

1948/1
946

А. А. Еленкинъ и А. Н. Даниловъ.

Клѣточные включенія у *Symplocos muscorum* (Ag.) Gomont
и
у другихъ синезеленыхъ водорослей.

(Съ 3 цвѣтными таблицами.)

(Отд. отт. изъ „Извѣстій Импер. Бот. Сада Петра Великаго“, т. XVI,
вып. 1, 1916.)

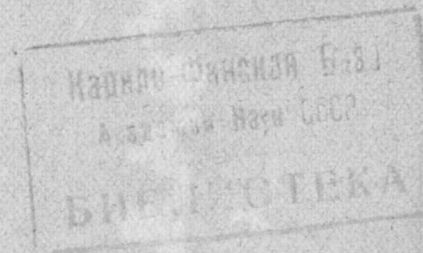
A. A. Elenkin et A. N. Danilov.

Recherches cytologiques sur les cristaux et les grains de sécrétion dans les
cellules de *Symplocos muscorum* (Ag.) Gom. et quelques autres Cyanophycées.

Avec 3 planches colorées.

(Extr. du „Bullet. du Jardin Impérial Botanique de Pierre le Grand“, t. XVI,
livr. 1, 1916.)

ПЕТРОГРАДЪ.
1916.



1948A
946

Дорогому Ивану Андреевичу
Оль в знак признания
от авторов.

Карело-Финская База
Академии Наук СССР
БИБЛИОТЕКА

1992

1973 г.

А. А. Еленкинъ и А. Н. Даниловъ.

Клѣточные включенія у *Symploca muscorum* (Ag.) Gomont и у другихъ синезеленыхъ водорослей.

(Съ 3 цвѣтными таблицами.)

(Рукопись представлена 20 января 1916 г.)

I. Общія замѣчанія.

Культивируя въ теченіе довольно продолжительнаго времени синезеленую водоросль *Symploca muscorum* (Ag.) Gomont на различныхъ искусственныхъ средахъ, мы заинтересовались обильнымъ отложеніемъ въ ея клѣткахъ разнообразныхъ включеній, а именно кристалловъ и зеренъ, которыя въ естественныхъ условіяхъ обычно образуются лишь въ небольшомъ количествѣ. Накопленіе этихъ образований находится въ зависимости не только отъ свойствъ питательной среды и условій культуры, но также связано и съ возрастомъ клѣтокъ *S. muscorum*. Обиліе въ нашей лабораторіи столь интереснаго живого матеріала, имѣющагося подъ руками во всякое время года, и побудило насъ приступить къ изслѣдованію микроскопическаго строенія клѣтки синезеленыхъ водорослей, при чемъ первой нашей задачей, составляющей содержание настоящей работы, является изученіе однихъ только клѣточныхъ включеній. Такимъ образомъ, мы здѣсь совершенно не касаемся основныхъ элементовъ содержимаго клѣтки ціанофицей, т. е. центрального тѣла и периферическаго слоя (resp. хроматофора).

Замѣтимъ, что литературныя данныя о кристаллическихъ включеніяхъ очень скудны. Большинство авторовъ не касается кристаллическихъ включеній. Если же въ нѣкоторыхъ работахъ и приводятся указанія на кристаллическую форму включеній, какъ у *Hieronymus*'а, *Kohl*'я и др., то эти указанія относятся,

главнымъ образомъ, къ ціанофициновымъ зернамъ, которыя менѣе всего могутъ быть приняты за кристаллическія образованія. Напротивъ, литература о зернистыхъ образованіяхъ въ плазмѣ синезеленыхъ водорослей очень обширна и особенно сильно разраслась въ послѣднее время, но результаты изслѣдованій, полученные разными авторами, нерѣдко противорѣчивы и неопредѣленны. Единственно несомнѣннымъ фактомъ (въ чемъ сходятся почти всѣ изслѣдователи) является предложенная еще *Zacharias*'омъ схема классификаціи всѣхъ зернистыхъ включеній на два рода образованій: одни изъ нихъ, расположенныя въ центральномъ тѣлѣ, называются метакроминовыми зернами (тѣльцами) по терминологіи *Babes* (3) и *Guilliermond* (40) (resp. центральныя зерна по терминологіи *Zacharias*'а), другія же, находящіяся въ периферической части клѣтки, носятъ названіе ціанофициновыхъ зеренъ по *Zacharias*'у (resp. запасныхъ зеренъ по *Г. А. Надсону* [63]).

Кромѣ *Symploca muscorum*, объектомъ нашихъ изслѣдованій послужили и нѣкоторыя другія синезеленныя водоросли, собранныя преимущественно въ оранжереяхъ Ботаническаго Сада и культивируемыя нами въ лабораторіи Института Споровыхъ Растеній. Водоросли эти относятся къ слѣдующимъ видамъ: *Phormidium valderianum* (Delp.) Gomont forma¹), *Anabaena variabilis* Kütz., *Scytonema javanicum* (Kütz.) Bornet, *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot; этотъ послѣдній видъ изслѣдовался нами какъ свободно живущая водоросль и въ качествѣ гонидіевъ изъ слоевища лишайниковъ *Peltigera canina* и *P. spuria*.

Результаты нашей работы, какъ намъ кажется, позволяютъ вообще разобраться въ характерѣ клѣточныхъ включеній у синезеленыхъ водорослей и освѣщаютъ новыя стороны въ изучаемомъ вопросѣ.

Не желая слишкомъ удлинять нашу и безъ того довольно большую работу, мы не приводимъ спеціальнаго историческаго очерка литературы о клѣточныхъ включеніяхъ у синезеленыхъ водорослей, ограничиваясь лишь соотвѣствующими литературными справками, при изложеніи результатовъ изслѣдованія относительно каждаго изъ затронутыхъ нами вопросовъ. Кромѣ того, нами приводятся двѣ таблицы, въ которыхъ хронологически

1) Этотъ видъ былъ обнаруженъ нами въ небольшомъ количествѣ въ одномъ изъ акваріевъ Института Споровыхъ Растеній; точное его опредѣленіе не оказалось возможнымъ. По діаметру клѣтокъ (2—2,3 μ) и нѣкоторымъ другимъ признакамъ онъ очень близокъ къ *Phormidium valderianum* (Delp.) Gomont (Monogr. Oscillar. pag. 167, tab. IV, fig. 20), но отличается прямыми или слабо изогнутыми нитями.

излагаются главнѣйшія данныя о ціанофициновыхъ зернахъ и метакроматиновыхъ тѣльцахъ. Эти таблицы до извѣстной степени могутъ замѣнить историческій очеркъ.

II. Къ методикѣ.

Матеріаломъ для нашего микроскопическаго изслѣдованія служили водоросли, культивируемыя нами въ искусственныхъ условіяхъ, а также собранныя въ естественныхъ условіяхъ обитанія. Наблюденія производились какъ надъ живымъ матеріаломъ, такъ и надъ фиксированнымъ съ помощью разныхъ методовъ. Въ зависимости отъ способа фиксаціи, свойства включеній могутъ сильно измѣняться; кромѣ того, въ нѣкоторыхъ фиксирующихъ жидкостяхъ часть включеній подвергается растворенію. Для окрашиванія препаратовъ мы употребляли краски фабрики *Merk'a*: водный растворъ метиленовой синьки, метиленовую синьку *Ehrlich'a*, кислый растворъ метиленовой синьки (см. ниже стр. 43), нейтральную красную, гематоксилинъ *Delafield'a*, квасцовый карминъ, эозинъ и другіе растворы красокъ.

Наблюденіе за дѣйствіемъ реактивовъ и красокъ производилось не только по окончаніи реакціи, какъ это обыкновенно бываетъ при изслѣдованіи препаратовъ, обработанныхъ въ кюветкахъ, но также (и при томъ главнымъ образомъ) мы слѣдили за дѣйствіемъ реактивовъ и красокъ непосредственно на столикѣ микроскопа, производя тутъ же всѣ манипуляціи по промывкѣ препаратовъ соответствующими растворами. Подобный методъ изслѣдованія, т. е. наблюденіе за ходомъ реакціи непосредственно подъ микроскопомъ, позволилъ намъ уяснить весьма многое и, кромѣ того, предохранялъ отъ ошибокъ, давая возможность сравнивать между собою препараты, полученные разными методами.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ мы пользовались микротомомъ для полученія поперечныхъ срѣзовъ водоросли, предварительно окрашенной и подготовленной соответствующимъ образомъ.

III. Классификація кѣточныхъ включеній.

Обиліе и разнообразіе кристалловъ и зеренъ въ нитяхъ *Synprosa muscorum*, взятыхъ изъ нѣкоторыхъ нашихъ культуръ, было иногда столь велико, что казалось, будто въ кѣткахъ кромѣ нихъ, ничего больше не имѣется (см. табл. I, фиг. 1). На живомъ матеріалѣ можно было наблюдать кристаллы шестигранные, треугольные, призматическіе, ромбоидальные, бочковидные и веретенообразные, — и зерна разной величины и

формы. Микроскопическая картина фиксированной водоросли мѣняется, въ зависимости отъ способа фиксированія, такъ какъ одни изъ включеній измѣняютъ свой обликъ или растворяются въ соответствующемъ фиксаторѣ, другія же, до фиксированія неразличимыя, становятся отчетливо видными. Для распредѣленія включеній въ кѣткахъ синезеленыхъ на группы, большую услугу оказываетъ метиленовая синька, которая уже сама по себѣ, безъ помощи другихъ реактивовъ, даетъ возможность отличить нѣсколько типовъ включеній. Если нить водоросли подсушить на стеклышкѣ или фиксировать горячимъ паромъ, или спиртомъ, или парами осмевой кислоты, то включенія остаются почти не измѣненными. Фиксированную однимъ изъ этихъ способовъ нить мы подвергали дѣйствію воднаго раствора (1:100) метиленовой синьки. При дѣйствіи же на водоросль синьки, подкисленной сѣрною кислотой (синьки 2 гр., воды 80 и 1% H_2SO_4 —20), никакой предварительной обработки не требуется, такъ какъ кислая синька легко проникаетъ въ живую кѣтку. Интересно наблюдать подъ микроскопомъ, какъ реагируютъ разныя включенія кѣтки съ проникающимъ въ нее растворомъ краски. Наблюдая за движеніемъ краски вдоль нити, отъ одной кѣтки къ другой, можно видѣть, какъ одни изъ включеній, крупныя и мелкія, будутъ исчезать, постепенно растворяясь, другія же, до этого невидимыя, будутъ все рѣзче выявляться на смѣну исчезнувшимъ, окрашиваясь все интенсивнѣе; третій типъ включеній, не реагируя съ краской, все ярче будетъ выступать на фонѣ окрашивающейся плазмы. Такимъ образомъ, метиленовая синька является прекраснымъ средствомъ, чтобы рѣзко разграничить кѣточные включенія синезеленыхъ на три группы: 1) включенія, растворимыя въ синькѣ, 2) включенія, интенсивно окрашивающіяся синькой и 3) включенія, совершенно не реагирующія или весьма слабо реагирующія на синьку. Первую группу составляютъ минеральныя кристаллы. Ко второй группѣ относятся метакроматиновыя тѣльца. Третью группу составляютъ во 1) некристаллическія включенія, такъ называемыя ціанофициновыя зерна, и во 2) кристаллическія включенія бѣлковой природы, распадающіяся по кристаллической формѣ и по своимъ свойствамъ на двѣ подгруппы: протеиновыя кристаллы, обыкновенно кубической формы, и бѣлковые кристаллы конечныхъ кѣтокъ, повидимому, октаэдрической формы. Если къ перечисленнымъ включеніямъ добавить еще псевдомитотическія петлевидныя образованія, наблюдаемыя въ центральномъ тѣлѣ (resp. анабенинъ *Fischer'a*), то этимъ будутъ исчерпаны всѣ включенія, которыя намъ удалось различить въ кѣткахъ изслѣдованныхъ нами синезеленыхъ водорослей. Послѣдній крайне интересный

типъ образованій, какъ и само центральное тѣло, не будутъ нами затронуты въ настоящей работѣ.

Такимъ образомъ, въ дальнѣйшее изложеніе результатовъ нашей работы войдутъ слѣдующія кѣточные включенія: 1) минеральные кристаллы (гипсъ); 2) протеиновые кристаллы; 3) бѣлковые кристаллы конечныхъ кѣтокъ; 4) ціанофициновыя зерна; 5) метакроминовыя тѣльца.

IV. Описаніе кѣточныхъ включеній.

1. Минеральные кристаллы.

Многочисленные кристаллы минеральной природы откладываются въ самомъ наружномъ слое протоплазмы. Минеральная природа этихъ кристалловъ установлена нами путемъ обжиганія на пламени газовой горѣлки нитей *Symplocos*, подсушенныхъ на тонкой слюдяной пластинкѣ. Въ то время какъ кристаллы, нпр., виннокислой извести уже при первомъ соприкосновеніи съ пламенемъ сплавляются и чернѣютъ, наши кристаллы сохраняютъ свою форму, при довольно продолжительномъ накаливаніи на пламени бунзеновской горѣлки. Ихъ внѣшній обликъ довольно разнообразенъ (см. табл. II, фиг. 11), что объясняется не только разнообразіемъ ихъ кристаллической формы, но еще и положеніемъ ихъ по отношенію къ наблюдателю. Наиболѣе часто встрѣчаются кристаллы съ очертаніями правильнаго или нѣсколько вытянутаго шестигранника, а также боченковидные, рѣже — трехгранныя призмы, ромбоэдри и трехгранныя пластинки, иногда съ притупленными концами (см. табл. II, фиг. 11 *b* и *g*). Эти кристаллы обладаютъ двойнымъ лучепреломленіемъ, обнаруживающимся только при нѣкоторыхъ опредѣленныхъ положеніяхъ кристалла, и принадлежатъ, повидимому, къ одноклиномѣрной системѣ. На тонкихъ шестиугольныхъ и треугольныхъ пластинкахъ трудно разсмотрѣть грани. Шестиугольныя таблички суть, повидимому, сильно уплощенные ромбоэдри, имѣющіе, при проходящемъ свѣтѣ, шестигранное очертаніе. Если ихъ разсматривать съ ребра, то шестигранныя таблички принимаютъ видъ боченковидныхъ или веретенообразныхъ кристалловъ. Треугольники же являются, повидимому, трехгранными призмами съ сильно укороченною осью. По своей величинѣ минеральные кристаллы весьма различны: начиная отъ едва замѣтныхъ кристалликовъ, они достигаютъ размѣровъ 4—5 μ , т. е. почти равняются внутреннему діаметру нити *Symplocos muscorum*.

Микроскопическіе размѣры изучаемыхъ кристалловъ позво-

ляютъ примѣнить для ихъ изслѣдованія только реакціи растворенія. Быстрота растворимости кристалловъ различна, въ зависимости отъ того, будемъ ли мы дѣйствовать на кристаллъ въ живой, или въ мертвой нити, или если кристаллъ непосредственно будетъ соприкасаться съ растворителемъ. Кристаллъ, нерастворимый въ первомъ случаѣ, иногда легко растворяется во второмъ и особенно легко въ третьемъ случаѣ. Это показываетъ, что изслѣдуемые кристаллы лежатъ за кожистымъ слоемъ протоплазмы и образуются за счетъ содержаемаго кѣтки, а не изъ внѣшней среды. Раствореніе кристалловъ въ примѣненныхъ нами растворителяхъ приводитъ къ нижеслѣдующимъ результатамъ:

Вода при обыкновенной температурѣ медленно растворяетъ выдавленные изъ кѣтки кристаллы. Изъ мертвыхъ нитей кристаллы вымываются также медленно.

Вода при температурѣ кипѣнія быстро растворяетъ кристаллы въ кѣткахъ водоросли.

Спиртъ абсолютный вовсе ихъ не растворяетъ.

Формалинъ нейтральный также не растворяетъ ихъ.

Послѣ обработки формалиномъ, кристаллы въ кѣткахъ растворяются медленно, чѣмъ послѣ фиксаціи иными методами.

Кислоты въ слабой концентраціи.

Азотная, соляная и сѣрная кислоты въ концентраціи 1%, при нагреваніи, очень быстро вымываютъ кристаллы изъ кѣтокъ, на холоду же гораздо медленно.

Уксусная кислота 1% очень медленно растворяетъ кристаллы, какъ при нагреваніи, такъ и на холоду.

Щавелевая кислота 1% растворяетъ ихъ, причемъ иногда замѣтно образованіе кристалликовъ (очевидно щавелевокислой извести) вокругъ растворяющагося кристалла.

Крѣпкія кислоты.

Азотная и соляная моментально растворяютъ кристаллы въ кѣткахъ.

Сѣрная растворяетъ кристаллы очень слабо. Иногда, послѣ исчезновенія изслѣдуемыхъ кристалловъ, замѣчалось въ кѣткахъ обильное отложеніе кристалловъ гипса. Новообразованные (подъ дѣйствіемъ H_2SO_4) кристаллы въ нѣкоторыхъ случаяхъ имѣли форму шестиугольныхъ и треугольныхъ пластинокъ, а также шести- и трехгранныхъ призмъ. Между этими кристаллами встрѣчались и такіе, которые живо напоминали изслѣдуемые нами кристаллы.

Уксусная 100%, если и растворяетъ изслѣдуемые кристаллы, то весьма незначительно.

Щелочи.

Бѣдкія щелочи и амміакъ растворяютъ кристаллы довольно быстро.

Сода и поташъ, хотя и растворяютъ кристаллы, но весьма медленно.

Кромѣ того, изслѣдуемые кристаллы растворяются во многихъ *нейтральныхъ соляхъ*. Интересно отмѣтить ихъ легкую растворимость въ сѣрно-кисломъ аммоніи и полную нерастворимость въ насыщенномъ растворѣ гипса. Растворимость кристалловъ въ щавелево-кисломъ аммоніи такова же, какъ и въ щавелевой кислотѣ, съ образованіемъ кристалликовъ вокругъ растворяющагося кристалла.

Метиленовая синька и всѣ остальные краски, примѣнявшіяся нами, легко растворяютъ кристаллы, если соприкасаются съ ними.

Разсматривая отношенія изслѣдуемыхъ минеральныхъ кристалловъ къ приведеннымъ выше растворителямъ, можно судить съ извѣстной долей вѣроятности объ ихъ химической природѣ. Растворимость ихъ въ *слабой* сѣрной кислотѣ и очень малая растворимость въ *кѣпкой* сѣрной, почти полное отсутствіе растворенія въ кѣпкой уксусной кислотѣ, растворимость съ одновременнымъ образованіемъ вокругъ растворяющагося кристалла новыхъ кристалликовъ, при дѣйствіи щавелевой кислоты или аммоніи, полная нерастворимость въ насыщенномъ растворѣ гипса — все это даетъ довольно вѣскія основанія, чтобы предположить въ изслѣдуемыхъ кристаллахъ *сѣрно-кислый кальцій*. Отношеніе къ другимъ растворителямъ нисколько не противорѣчитъ нашему предположенію о химической природѣ изслѣдуемыхъ кристалловъ и даже подтверждаетъ его, какъ, нпр., растворимость ихъ въ сѣрно-кисломъ аммоніи. Ихъ кристаллическая форма также подтверждаетъ наше предположеніе.

Сѣрно-кислый кальцій, какъ извѣстно, весьма распространенъ въ растворенномъ состояніи въ кліткахъ растений. Отложеніе же гипса въ твердомъ видѣ ограничивается почти единственнымъ случаемъ нахожденія его въ кліткахъ десмидевыхъ водорослей (нпр., въ вакуоляхъ *Closterium*). Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, такъ же какъ и въ нашемъ, довольно затруднительно получить вполне доказательныя данныя качественного анализа, но путемъ исключенія мы ближе всего подходимъ къ признанію того, что наши кристаллы состоятъ изъ гипса. Такимъ образомъ, мы устанавливаемъ нахожденіе кристаллическаго гипса, какъ

избыточнаго продукта, откладывающагося въ кліткахъ синезеленыхъ водорослей.

Зависимость отложенія кристалловъ гипса отъ культурныхъ условій нами еще не вполне выяснена. Съ достовѣрностью можно констатировать, что въ молодыхъ нитяхъ кристаллы гипса не откладываются. Обильное накопленіе ихъ наблюдается въ старыхъ нитяхъ, сохранившихъ еще свою жизненность. Изъ мертвыхъ же нитей они вымываются, повидимому, растворомъ питательнаго субстрата и потому никогда въ нихъ не наблюдаются.

Замѣтимъ, что въ литературѣ не имѣется никакихъ указаній относительно существованія минеральныхъ кристалловъ въ кліткахъ синезеленыхъ водорослей. Однако, можно думать, что нѣкоторые авторы (какъ, нпр., *Kohl*, 49) смѣшивали наши кристаллы гипса съ ціанофициновыми зернами, что между прочимъ и дало имъ поводъ ошибочно говорить о кристаллической природѣ послѣднихъ.

2. Кристаллоиды бѣлковой природы.

Бѣлковые кристаллы (кристаллоиды) въ кліткахъ *Symplasa muscorum* расположены чаще всего на концахъ нитей. По своимъ свойствамъ, величинѣ и формѣ бѣлковые кристаллы рѣзко распадаются на двѣ группы. Одни изъ нихъ имѣютъ форму кубовъ и обычно встрѣчаются только по одному въ кліткѣ; ихъ можно наблюдать не только въ конечныхъ, но и въ другихъ участкахъ нити. Это — протеиновые кристаллы. Другіе кристаллы, обычно очень мелкіе, тоже несомнѣнно бѣлковой природы, встрѣчаются только въ конечныхъ кліткахъ нити. По своему облику и свойствамъ они явно отличаются отъ другихъ образований въ кліткѣ. Мы ихъ называемъ далѣе бѣлковыми кристаллами конечныхъ клітокъ.

Протеиновые кристаллы.

Протеиновые кристаллы встрѣчаются всегда въ формѣ кубовъ, достигающихъ весьма значительныхъ размѣровъ. Нами были измѣрены кубы, имѣвшіе ребро въ 4 μ ; діаметръ ихъ оптическаго сѣченія достигалъ 6—7 μ при толщинѣ нити въ 8—9 μ . Такой кристаллъ заполняетъ собой почти всю клітку. Протеиновые кристаллы по своему облику водянисто-прозрачны и, повидимому, не обладаютъ плотной консистенціей. На первый взглядъ, особенно безъ вспомогательныхъ средствъ, протеиновые кубы производятъ впечатлѣніе шестигранныхъ пластинокъ, вслѣдствіе того, что выступаютъ ясно только внѣшнія очертанія оптическаго

сѣченія кристалла, остальные же ребра пропадаютъ. Достаточно бываетъ прокипятить нити водоросли въ водѣ, чтобы кубическая форма кристалловъ выступила болѣе ясно. Въ спиртовомъ матеріалѣ также довольно легко рассмотреть форму кристалла. Объясняется это обстоятельство тѣмъ, что протеиновый кристаллъ, послѣ кипяченія и подъ дѣйствіемъ спирта, уплотняется и мутнѣетъ. Форма его при этомъ не измѣняется, даже наоборотъ, его ребра становятся болѣе рѣзко очерченными. Еще лучше можно рассмотреть кристаллъ, если окрасить его эозиномъ или уксуснымъ карминомъ. Протеиновые кристаллы начинаютъ выкристаллизовываться, повидимому, въ периферическомъ слое кѣлки, а не въ центральномъ тѣлѣ, какъ полагаетъ *Hieronymus* (46, стр. 482). Основаніемъ нашего мнѣнія можетъ служить то обстоятельство, что иногда можно ясно видѣть периферическое положеніе протеинового кристалла, если разсматривать его сбоку, т. е. въ плоскости, перпендикулярной къ той его грани, которою онъ соприкасается съ протопластомъ. Въ этомъ случаѣ мы наблюдаемъ, что одною стороною кристаллъ соприкасается съ оболочкой кѣлки, другой же прилегаетъ къ протопласту, который явно вытѣсняется растущимъ кристалломъ.

Протеиновые кристаллы въ кѣлкахъ *Symplocos muscogum* окрашиваются довольно плохо. Обыкновенно они слабо окрашиваются вмѣстѣ съ протоплазмой и вмѣстѣ съ ней обезцвѣчиваются. Самую лучшую окраску протеиновыхъ кристалловъ мы получили при помощи эозина. Довольно хорошо они окрашиваются уксуснымъ карминомъ. Но мы должны отмѣтить, что при помощи уксуснаго кармина намъ не удалось получить такой интенсивной окраски, какъ это изображаетъ *Hieronymus* (46), который имѣлъ дѣло съ кристаллами, безусловно подобными нашимъ. Интенсивное окрашиваніе протеиновыхъ кристалловъ мы получили также при помощи метиленовой синьки, нагревая нити водоросли въ ея растворѣ.

Растворимость протеиновыхъ кристалловъ очень мала, по сравненію съ описанными ранѣ минеральными кристаллами. Уксусная 1% кислота не растворила ихъ въ теченіе 6 часовъ. Сѣрная 1% ихъ растворила за то же самое время. Соляная 8% тоже растворила ихъ за время въ 6 часовъ. Къ соляной кислотѣ протеиновые кристаллы относятся болѣе устойчиво, чѣмъ къ другимъ кислотамъ. Крѣпкія кислоты — сѣрная, азотная и соляная растворяютъ ихъ очень легко. Мы не замѣтили, чтобы они сколько-нибудь растворялись въ спиртѣ, глицеринѣ и водѣ.

Реакціи на бѣлки не удаются съ протеиновыми кристаллами. По крайней мѣрѣ, намъ не удалось получить ни ксантопротеи-

новой, не миллоновой, ни іодной реакціи. Указаніе на ихъ бѣлковую природу мы находимъ въ способности ихъ окрашиваться эозиномъ. Помутнѣніе кристалловъ, при кипяченіи и отъ дѣйствія спирта, также указываетъ на ихъ бѣлковую природу.

Накопленіе протеиновыхъ кристалловъ въ нитяхъ водоросли стоитъ въ связи съ питательнымъ субстратомъ, хотя пока намъ трудно указать болѣе подробно, въ чемъ собственно выражается эта связь. Съ увѣренностью можно констатировать зависимость образованія кристалловъ отъ возраста нити: въ періодъ роста молодой нити такихъ кристалловъ въ ея кѣлкахъ не наблюдается, тогда какъ въ старыхъ и въ отмершихъ нитяхъ иногда наблюдается весьма обильное отложеніе протеиновыхъ кристалловъ.

Мы наблюдали протеиновые кристаллы только у *Symplocos muscogum*, хотя навѣрное они могутъ образоваться при благоприятныхъ къ тому условіяхъ и въ кѣлкахъ другихъ синезеленыхъ водорослей. Такъ, *Hieronymus* (46) наблюдалъ ихъ въ кѣлкахъ *Tolypothrix tenuis* Kütz. var. *pallescentis* Rabenh., а *Zukal* (94, стр. 265) у *Anabaena hallensis* Bornet et Flah. внутри ціанофициновыхъ зеренъ (?). Большинство авторовъ вовсе не упоминаетъ о протеиновыхъ кристаллахъ, а *Kohl* (50) въ своей монографіи отмѣчаетъ, что онъ совсѣмъ не наблюдалъ этихъ кристалловъ у изслѣдованныхъ имъ синезеленыхъ водорослей.

Кристаллы конечныхъ кѣлокъ.

Въ конечныхъ кѣлкахъ нитей *Symplocos muscogum*, выросшей въ условіяхъ искусственной культуры, весьма часто можно наблюдать маленькіе кристаллики, которые весьма трудно отличить отъ другихъ включеній периферическаго слоя плазмы, если разсматривать живую водоросль. Послѣ обработки нитей метиленовой синькой, въ кѣлкахъ остаются изъ явно кристаллическихъ образованій только мелкіе кристаллики конечныхъ кѣлокъ и вышеописанные протеиновые кристаллы. Уже съ перваго взгляда ясно, что эти два рода кристалловъ совершенно различны по своей природѣ. Кристаллы конечныхъ кѣлокъ имѣютъ компактный видъ, плотную консистенцію и совершенно не просвѣчиваютъ. Они отличаются сильнымъ блескомъ и зеленоватымъ оттѣнкомъ, тогда какъ протеиновые кристаллы безцвѣтны и мутнопрозрачны. Характерную черту кристалловъ конечныхъ кѣлокъ составляетъ ихъ устойчивость по отношенію къ кислотамъ: даже крѣпкія кислоты — сѣрная, соляная и азотная ихъ не растворяютъ, по крайней мѣрѣ, въ теченіе весьма многихъ минутъ, въ то время какъ протеиновые кристаллы растворяются

моментально. Окрашиваются они вмѣстѣ съ плазмой, но болѣе интенсивно. Метиленовой синькой они окрашиваются гораздо лучше протеиновыхъ; при послѣдующей обработкѣ кислотой они обезцвѣчиваются вмѣстѣ съ плазмой. Укусный карминъ и особенно *эозинъ* окрашиваютъ ихъ въ густой красный цвѣтъ. Если принять во вниманіе малую величину конечныхъ кристалловъ, то способность ихъ окрашиваться этими красками должно признать весьма значительной, по сравненію съ протеиновыми кристаллами. Кристаллы конечныхъ клітокъ по своей формѣ представляются октаэдрическими и рѣже призматическими. Величина ихъ незначительна: самые крупные по длинной оси едва достигаютъ 3 — 4 μ . Кристаллы этого типа можно наблюдать въ двухъ-трехъ кліткахъ отъ конца нити, всегда въ поверхностномъ слое плазмы. Обычно въ одной кліткѣ не встрѣчается болѣе двухъ, иногда трехъ кристалликовъ. Въ срединѣ нити мы никогда ихъ не наблюдали. Отложеніе этихъ кристалловъ, именно въ крайнихъ кліткахъ нити, объясняется, повидимому, условіями нѣсколько иныхъ осмотическихъ отношеній, которыя создаются въ конечныхъ кліткахъ нити, богатыхъ пластическимъ матеріаломъ и открытых (вслѣдствіе ихъ краевого положенія) для непосредственнаго соприкосновенія съ растворомъ питательной среды. Въ литературѣ мы не встрѣчали никакихъ указаній на бѣлковые кристаллы подобнаго рода.

Бѣлковые кристаллы и фикоціанъ.

Бѣлковые кристаллы и другія бѣлковыя образованія клітки при извѣстныхъ условіяхъ могутъ адсорбировать фикоціанъ изъ окружающей плазмы. Нами наблюдались такіе кристаллы, совершенно фіолетовые, въ кліткахъ *Symplocos muscorum* изъ нашихъ старыхъ культуръ. Эти фіолетовые кристаллы были нами ошибочно приняты за кристаллы фикоціана, образовавшіеся въ живыхъ нитяхъ, о чемъ въ свое время было доложено, между прочимъ, въ засѣданіи Ботаническаго Отдѣленія Императорскаго Петроградскаго Общества Естествоиспытателей (см. „Журналъ Микробиологіи“. Т. II, 1915 № 1—2, стр. 222). Однако, позднѣйшія изслѣдованія показали, что мы были введены въ заблужденіе полнымъ сходствомъ наблюдавшихся нами фіолетовыхъ кристалловъ съ тѣми, которые описаны *Molisch*'емъ и *Kylin*'ымъ для пигмента фикоціана. Опыты, доказывающіе наличность адсорбции фикоціана бѣлковыми кристаллами, опубликованы на страницахъ „Извѣстій“ (Извѣстія Имп. Бот. Сада Петра Великаго. Т. XV. 1915. № 5—6, стр. 557).

3. Ціанофицииновыя зерна.

Ціанофицииновыя зерна имѣютъ видъ мелкихъ зеренъ, часто усѣивающихъ поверхностный слой клітки. Иногда удается подмѣтить нѣкоторую правильность въ ихъ распредѣленіи концентрическими или извитыми рядами. Особенно знаменательнымъ является образованіе изъ нихъ двухъ параллельныхъ рядовъ по обѣимъ сторонамъ поперечныхъ кліточныхъ перегородокъ на подобіе того, какъ это свойственно многимъ видамъ синезеленыхъ, напр., изъ рода *Lyngbya*. У *Symplocos muscorum*, въ случаѣ обильнаго нахожденія въ ея кліткахъ ціанофицииновыхъ зеренъ, мы наблюдали ихъ расположеніе двумя рядами, параллельными поперечной перегородкѣ клітки. Въ живой кліткѣ трудно отличить ціанофицииновыя зерна отъ иныхъ включеній периферическаго слоя. Но они весьма легко выявляются, при дѣйствіи водной метиленовой синьки на фиксированную спиртомъ водоросль, или еще лучше, при дѣйствіи подкисленной синьки на живую водоросль (см. стр. 55 и 60). Въ этомъ случаѣ ціанофицииновыя зерна хорошо выступаютъ въ видѣ свѣтлыхъ комочковъ на темномъ фонѣ кліточного содержимаго, такъ какъ они совершенно не окрашиваются метиленовой синькой. Величина, форма и количество ціанофицииновыхъ зеренъ въ кліткѣ весьма различны. Иногда они имѣютъ видъ мелкой зернистости, въ другихъ же случаяхъ достигаютъ довольно значительныхъ размѣровъ. Отдѣльныя зерна могутъ достигать 1—2 μ . Форму ціанофицииновыхъ зеренъ лучше всего, какъ намъ кажется, можно охарактеризовать словомъ „комочекъ“, но иногда они имѣютъ видъ *ограниченныхъ* зеренъ, неправильной формы. Эта ограниченность зеренъ дала поводъ *Kohl*'ю (50) и другимъ авторамъ говорить объ ихъ кристаллическомъ строеніи. Намъ кажется, что это утвержденіе основано на смѣшеніи ціанофицииновыхъ зеренъ съ иными, безусловно кристаллическими образованіями периферическаго слоя плазмы, какъ минеральные и другіе описанные выше кристаллы. Ціанофицииновыя зерна лежатъ всегда въ периферическомъ слое клітки, въ центральное же тѣло они никогда не заходятъ.

Въ кислотахъ и щелочахъ ціанофицииновыя зерна разбухаютъ, расплываются и въ концѣ концовъ растворяются. Спиртъ, глицеринъ и нейтральный формалинъ не вызываютъ ихъ растворенія. Въ отношеніи окраски ціанофицииновыя зерна мало дифференцируются отъ окрашенной плазмы. Ихъ окрашиваютъ вмѣстѣ съ плазмой слѣдующія краски:

Укусный карминъ окрашиваетъ ихъ въ болѣе темный цвѣтъ, чѣмъ протоплазму, но концентрація укусной кислоты должна

быть не велика (не выше 10—15%), такъ какъ въ противномъ случаѣ зерна расплываются и исчезаютъ.

Кислый фуксинъ вызываетъ приблизительно такую же окраску, какъ уксусный карминъ.

Золотистая синька (Brillantblau) окрашиваетъ ихъ отъ синяго до чернаго цвѣта на подобіе того, какъ метиленовая синька дѣйствуетъ на метакроминовые зерна. *Kohl* (50), предложившій эту краску для ціанофициновыхъ зеренъ, считаетъ ее для нихъ столь же характерной, какъ метиленовую синьку для метакроминовыхъ зеренъ, но мы полагаемъ, что достоинство этой краски не выше уксуснаго кармина. Золотистая синька окрашиваетъ плазму въ синій цвѣтъ, а ціанофициновыя зерна въ темносиній до чернаго оттѣнка. Если переокрашенную водоросль обезцвѣчивать слабой щелочью (0,25%—0,5%), то плазма обезцвѣчивается нѣсколько скорѣе, послѣ чего ціанофициновыя зерна выступаютъ весьма ясно.

Гематоксилинъ Delafield'a представляетъ особый интересъ, такъ какъ, окрашивая ціанофициновыя зерна этой краской, разные авторы получили неодинаковые результаты. Такъ, *Kohl* (50) отрицаетъ способность ціанофициновыхъ зеренъ окрашиваться гематоксилиномъ. Наоборотъ, *Г. А. Надсонъ* (62), *Zacharias* (83), *Hegler* (45), *Palla* (65) и мы получили окраску ціанофициновыхъ зеренъ при помощи гематоксилина. Однако, ціанофициновыя зерна окрашиваются этой краской не всегда одинаково, но всегда съ фіолетовымъ оттѣнкомъ. Въ нитяхъ *Symplocos muscogum* изъ культуры на глюкозѣ, послѣ фиксации спиртомъ, гематоксилинъ окрасилъ многочисленныя въ этомъ случаѣ ціанофициновыя зерна въ красивый фіолетово-голубой цвѣтъ, метакроминовыя же тѣльца, какъ и всегда, въ красный цвѣтъ. Такимъ образомъ, категорическое утвержденіе *Kohl'*я основано на какомъ то недоразумѣніи.

Изъ красокъ, къ которымъ ціанофициновыя зерна индифферентны, нужно отмѣтить, кромѣ метиленовой синьки, еще *эозинъ*. Препараты, окрашенные этой краской, обнаруживаютъ безцвѣтныя ціанофициновыя зерна на красномъ полѣ. Особенно отчетливая картина получалась у насъ, когда мы переокрашивали эозиномъ нити, уже окрашенные метиленовой синькой. Если препаратъ сильно переокрасить въ эозинъ, то въ кліткахъ иногда окрашиваются какія то зерна, которыя, однако, мы не можемъ отнести къ ціанофициновымъ.

Ціанофициновыя зерна далеко не всегда обильны въ кліткахъ водоросли и распределяются они очень неравномѣрно въ кліткахъ одной и той же нити. Если прослѣдить въ нити клітку за кліткой, то легко замѣтить, что конечныя клітки гормогоніевъ

весьма рѣдко изобилуютъ ціанофициновыми зернами. Вообще говоря, молодыя растущія клітки ими очень бѣдны. Интересно прослѣдить распределеніе ціанофициновыхъ зеренъ у гетероцистовыхъ синезеленыхъ, у которыхъ клітки одной и той же нити представляютъ большее разнообразіе въ своемъ развитіи. У *Nostoc punctiforme* мы наблюдали тѣмъ большее возрастаніе количества ціанофициновыхъ зеренъ, чѣмъ клітка была ближе къ покоющимся кліткамъ, т. е. другими словами, чѣмъ дальше зашелъ процессъ превращенія вегетативной клітки въ спору. Покоющіяся клітки обычно переполнены запаснымъ питательнымъ матеріаломъ, роль котораго здѣсь выполняютъ ціанофициновыя зерна (см. Табл. III, рис. 4 b, 5 b c). Въ молодыхъ же кліткахъ ціанофициновыя зерна вовсе отсутствуютъ. Совершенно такую же картину въ распределеніи ціанофициновыхъ зеренъ мы наблюдали у *Anabaena variabilis*. У *Scytonema javanicum* мы констатировали ціанофициновыя зерна такъ же въ старыхъ кліткахъ, которыя у этой водоросли легко узнаются по ихъ величинѣ. Нужно отмѣтить, что въ гонидіяхъ изъ лишайника *Peltigera spuria* намъ весьма рѣдко удавалось наблюдать ціанофициновыя зерна. Въ гетероцистахъ же изслѣдованныхъ нами синезеленыхъ мы никогда не встрѣчали даже намека на ціанофициновыя зерна.

Подвижность образованія ціанофициновыхъ зеренъ, то появляющихся, то исчезающихъ въ кліткахъ водоросли, отсутствіе ихъ въ молодыхъ растущихъ кліткахъ, обильное накопленіе ихъ въ старыхъ и переполненіе ими покоющихся клітокъ — все это въ достаточной степени согласуется съ ихъ функціей, какъ запасныхъ питательныхъ веществъ. Большинство авторовъ приписываетъ ціанофициновымъ зернамъ именно эту функцію. *Г. А. Надсонъ* по этому признаку и назвалъ ихъ „запасными зернами“. Относительно ихъ химической природы мы пока не имѣемъ достовѣрныхъ указаній: ихъ считают то углеводомъ, то бѣлкомъ, то приписываютъ имъ иной химическій составъ (см. табл. I въ концѣ этой главы). Доказательства въ пользу ихъ бѣлковой природы, которую отстаиваютъ *Zukal*, *Hegler* и особенно *Kohl*, не вполне убѣдительны. Опыты *Kohl'*я, съ перевариваніемъ ціанофициновыхъ зеренъ въ пепсинъ (+HCl) и въ трипсинъ (+Na₂CO₃), по нашему мнѣнію, не убѣдительны потому, что въ его опытахъ могло итти не перевариваніе, а простое раствореніе ціанофициновыхъ зеренъ въ щелочи или кислотѣ. Но окрашивание ціанофициновыхъ зеренъ вмѣстѣ съ плазмой, какъ будто, говорить за близость ихъ къ бѣлкамъ. Мы склоняемся болѣе къ признанію за ціанофициновыми зернами углеводнаго состава,

руководствуясь при этомъ ихъ подвижностью, какъ запасныхъ веществъ, и, кромѣ того, подмѣченной нами зависимостью ихъ накопленія въ кліткахъ отъ присутствія готового углевода въ питательномъ субстратѣ.

Безусловную зависимость накопленія ціанофициновыхъ зеренъ отъ питательнаго субстрата мы замѣтили только въ культурахъ съ прибавкой глюкозы. Въ культурахъ *Symplocos muscorum* на глюкозѣ намъ удалось получить нити, клітки которыхъ были переполнены ціанофициновыми зернами. Они были крупны и не только усѣивали периферическій слой клітки, но очень часто лежали параллельными рядами по обѣ стороны поперечной перегородки (см. рис. 6, табл. II). При другихъ культурныхъ условіяхъ, мы никогда не наблюдали такого обилія ціанофициновыхъ зеренъ. *Symplocos muscorum* на глюкозѣ была выдержана долгое время въ темнотѣ, но намъ не удалось подмѣтить исчезновенія изъ ея клітокъ ціанофициновыхъ зеренъ. Нужно, впрочемъ, отмѣтить, что въ темнотѣ также нельзя было констатировать и развитія нитей. Это наблюденіе идетъ въ разрѣзъ съ утвержденіемъ *Kohl'*я, въ культурахъ котораго съ глюкозой и пептономъ накопленіе ціанофициновыхъ зеренъ наблюдалось именно въ темнотѣ, а не на свѣту. Данные же *Zacharias'*а говорятъ въ нашу пользу и не согласуются съ утвержденіемъ *Kohl'*я, такъ какъ *Zacharias* (89) не наблюдалъ накопленія ціанофициновыхъ зеренъ въ своихъ темныхъ культурахъ.

Какъ видно изъ всего вышеизложеннаго, наши ціанофициновые зерна вполне совпадаютъ съ содержаніемъ, которое придаютъ этому понятію другіе авторы (см. табл. I въ концѣ этой главы), а также вполне соотвѣтствуютъ „запаснымъ зернамъ“ *Г. А. Надсона*. Намъ не совсемъ ясно, что именно считаетъ за ціанофициновые зерна *Guilliermond* (39), такъ какъ онъ различаетъ два сорта включеній этого рода: одни вполне отвѣчаютъ запаснымъ зернамъ *Г. А. Надсона*, другія же отличаются какими-то особенными свойствами. Эти послѣднія авторъ находилъ въ центральномъ тѣлѣ. Намъ кажется, что *Guilliermond* (39, стр. 406) ошибочно причисляетъ эти образованія къ ціанофициновымъ зернамъ. Возможно, что онъ былъ введенъ въ заблужденіе остатками метахроматиновыхъ тѣлецъ, послѣ растворенія ихъ внѣшней, типично метахроматиновой обкладки (см. ниже). Замѣтимъ, что подъ понятіе „ціанофициновые зерна“ мы подведимъ, вѣроятно всего, не одинъ сортъ образованій периферическаго слоя клітки, а по крайней мѣрѣ два, но пока этотъ вопросъ еще недостаточно нами выясненъ.

Въ заключеніе этой главы помѣщаемъ таблицу (стр. 56—59), которая въ хронологическомъ порядкѣ наглядно иллюстрируетъ эволюцію воззрѣній разныхъ авторовъ на сущность ціанофициновыхъ зеренъ, начиная съ 1879 г. (*Schmitz*) и кончая послѣдними работами (*Guilliermond*, *Gardner*, *Acton* и наша).

4. Метахроматиновые тѣльца.

Метахроматиновые тѣльца извѣстны въ литературѣ подъ многочисленными названіями и надѣляются самыми разнообразными свойствами (см. ниже, табл. II). Метахроматиновые тѣльца *Symplocos muscorum* мы относимъ къ тѣмъ самымъ образованіямъ, которыя *Wille* (80) и *Zukal* (91) принимали за ядра, *Г. А. Надсонъ* (62) называлъ хроматиновыми зернами, *Zacharias* — *Zentralkörner* (86), *A. Meyer* — *Volutinkörner*, *Guilliermond* — *corpuscules metachromatiques*, т. е. метахроматиновые тѣльца. Мы принимаемъ это послѣднее названіе, во-первыхъ, потому, что оно отмѣчаетъ сходство ихъ по реакціямъ съ хроматиномъ ядра и указываетъ на эволюцію въ наукѣ вопроса объ этихъ образованіяхъ, а, во-вторыхъ, это названіе имъ принадлежитъ по праву пріоритета. Распространенное у нѣмецкихъ авторовъ названіе волютиновыя зерна *A. Meyer'*а было дано только въ 1903 году, тогда какъ названіе метахроматиновые зерна (тѣльца) впервые употребилъ *Babes* (3) еще въ 1895 году, открывшій эти образованія у коховской палочки въ 1887 году. Метахроматиновые тѣльца весьма распространены у бактерий, грибовъ, водорослей, а можетъ быть и у другихъ растений. Имъ приписывается самая различная роль въ кліткѣ, начиная отъ функций кліточного ядра (въ старыхъ работахъ) и кончая ролью запасныхъ веществъ. Наиболѣе распространенный методъ для опредѣленія ихъ принадлежитъ *A. Meyer'*у и состоитъ въ окраскѣ фиксированной формалиномъ водоросли растворомъ метиленовой синьки съ послѣдующимъ обезцвѣчиваніемъ 1% растворомъ сѣрной кислоты. Въ своей сущности этотъ способъ ничѣмъ не отличается отъ метода *Zacharias'*а, который для констатированія своихъ *Zentralkörner* указалъ окраску метиленовой синькой съ послѣдующей обработкой 1% растворомъ соляной кислоты. Мы, кромѣ этихъ методовъ, для качественного опредѣленія метахроматиновыхъ тѣлецъ, употребляли метиленовую синьку такого состава: 80 куб. см. воды, 1 г. синьки, 20 куб. см. 1% H_2SO_4 . Синька такого состава даетъ возможность быстро опредѣлять метахроматиновые тѣльца, какъ въ живой, такъ и въ фиксированной кліткѣ. Этотъ способъ, предложенный *A. Н.*

Таблица I. Циано-фициновыя зерна.

Авторъ.	Годъ.	Названіе.	Предполагаемый хими- ческий составъ.	Положеніе въ клеткѣ.	Функция.	Примѣчаніе.
<i>Schmitz</i> (71)	1879.	Schleimkugel.	—	—	—	Возможно, что названіе Schleimkugel относится къ метахроматиновымъ тѣльцамъ.
<i>Hansgirg</i> (44)	1885.	Paramylum.	Углеводъ.	—	—	—
<i>Borzi</i> (7)	1887.	Cianoficina.	Студень. Подобное крахмалу вещество.	—	Запасный продуктъ.	—
<i>Zacharias</i> (83)	1889—1905.	Körner.	Углеводъ.	Периферическій слой клетки.	—	—
<i>Дейнега</i> (23)	1891.	Зерна.	Изомеръ крахмала.	—	—	—
<i>Hieronymus</i> (47)	1892.	Kyanophycinkörner.	Одной природы съ хроматиномъ ядра.	—	—	Авторъ отличаетъ только одинъ типъ включеній. Онъ относитъ къ „Kyanophycinkörner“, кромѣ цианофициновыхъ зеренъ, протеиновые кристаллы, кристаллы конечныхъ клетокъ и центральную часть метахроматиновыхъ тѣлецъ.
<i>Marx</i> (56)	1892.	Жировая субстанція.	Жиръ.	—	—	—
<i>Palla</i> (65)	1893.	Цианофициновыя зерна.	—	Периферическій слой.	Первый замѣтный продуктъ ассимиляціи.	—
<i>Zukal</i> (94, p. 257)	1894.	Цианофициновыя зерна.	Бѣлковой природы.	—	Пополненіе запасовъ синезеленаго пигмента.	Авторъ наблюдалъ „цианофициновыя зерна“, которыя были окрашены въ синезеленый цвѣтъ; очевидно онъ смѣшалъ съ цианофициновыми зернами бѣлковые кристаллы, которые адсорбировали пигментъ (см. А. Даниловъ, „Адсорбція фикоціана протеиновыми кристаллами“. № 5—6 „Извѣст. Имп. Бот. Сада П. В.“ 1915).
<i>Надсонъ</i> (62)	1895.	Запасныя зерна.	—	Только въ протоплазмѣ.	Запасное питательное вещество.	—

Продолженіе.

Авторъ.	Годъ.	Название.	Предполагаемый химическій составъ.	Положеніе въ кѣткѣ.	Функция.	Примѣчаніе.
<i>Hegler</i> (45)	1901.	Cyanophycinkörner.	Бѣлковые кристаллоиды.	Исключительно въ периферической части.	Запасное питательное вещество, равное протеиновымъ кристалламъ другихъ растений.	Бѣлковую природу ціанофициновыхъ зеренъ авторъ устанавливаетъ по методу перевариванія, но здѣсь не исключена возможность простого растворенія.
<i>Kohl</i> (50)	1903.	Ціанофицииновыя зерна.	Бѣлковые кристаллоиды.	—	Запасное питательное вещество.	Къ ціанофицииновымъ зернамъ авторъ отнесъ, повидимому, минеральные кристаллы, кристаллы конечныхъ кѣтокъ и, можетъ быть, и протеиновые кристаллы.
<i>Fischer, Alfred</i> (29)	1905.	Cyanophycinkörner.	Протеинъ.	Въ периферической плазмѣ и въ центральномъ тѣлѣ.	Запасное вещество.	Авторъ смѣшивалъ съ ціанофицииновыми зернами протеиновые кристаллы.
<i>Guilliermond</i> (39)	1906.	Les grains de cyanophycine.	—	Въ периферической плазмѣ, а иногда и въ центральномъ тѣлѣ. Зерна, расположенныя параллельно поперечнымъ перегородкамъ, авторъ выдѣляетъ въ особую группу ціанофицииновыхъ зеренъ.	Запасное питательное вещество.	Зерна, обнаруженныя въ центральномъ тѣлѣ, вѣроятно, соответствуютъ центральному веществу метакроминовыхъ тѣлецъ.
<i>Gardner</i> (33)	1906.	Зерна β .	—	Въ периферическомъ слое, а иногда въ центральномъ тѣлѣ.	Запасное питательное вещество, обильно накапливающееся при спорообразованіи.	Обнаруженныя въ центральномъ тѣлѣ зерна β должны быть отнесены, повидимому, къ зернамъ центрального вещества метакроминовыхъ тѣлецъ.
<i>Acton</i> (1)	1914.	Зерна ціанофицина.	—	Периферическій слой.	Запасное питательное вещество.	Ихъ образованіе стоитъ въ зависимости отъ „плазматическихъ микросомъ“ периферической плазмы.
Еленкинъ и Даниловъ	1915.	Ціанофицииновыя зерна.	Вѣроятно углеводъ.	Въ периферической плазмѣ; иногда расположены съ извѣстной правильностью, часто параллельно поперечнымъ перегородкамъ.	Запасное питательное вещество; накопленіе его стимулируется прибавленіемъ глюкозы къ питательной средѣ.	Вѣроятно же всего, что подъ понятіе „ціанофицииновыя зерна“ мы подводимъ, по крайней мѣрѣ, два сорта образованій.

Даниловымъ, имѣетъ то преимущество, что не требуетъ предварительнаго фиксирования, такъ какъ подкисленная синька легко проникаетъ въ живую клетку и притомъ не деформируетъ ее; кромѣ того, отпадаетъ еще манипуляція по обезцвѣчиванію препарата кислотой. Кромѣ метахроматиновыхъ тѣлецъ, синька указанного состава окрашиваетъ центральное тѣло въ молодыхъ клеткахъ въ красивый голубоватозеленый цвѣтъ, дифференцируя псевдомитотическія образования его, принимающія фіолетовый цвѣтъ. Все остальное въ клеткѣ вовсе не окрашивается. Обликъ метахроматиновыхъ тѣлецъ довольно разнообразенъ, въ зависимости отъ предварительной обработки и окраски. Но въ общемъ большинство авторовъ (см. табл. II въ концѣ этой главы) описываетъ ихъ какъ округлыя зерна разной величины. Нѣкоторые авторы, какъ Wille (80), Zukal (91) приписывали имъ самостоятельное размноженіе путемъ дѣленія, въ виду нахождения бисквитообразныхъ зеренъ. Большинство авторовъ отмѣчаетъ ихъ мѣстонахождение исключительно въ центральномъ тѣлѣ, указывая при этомъ на неравномѣрную окраску тѣлецъ: большая хромофилия периферической части тѣльца, по сравненію съ центральной, отмѣчена большинствомъ авторовъ. Guilliermond (39, стр. 406) описываетъ концентрическое чередованіе окрашенныхъ съ разной интенсивностью слоевъ у особаго рода (метахроматиновыхъ?) тѣлецъ („grosses sphères réfringentes“), встрѣчающихся въ центральномъ тѣлѣ. Въ связи съ большей хромофиліей периферіи зерна, особый интересъ представляетъ образованіе такъ называемыхъ „Ringkörper“ нѣмецкихъ авторовъ, при дѣйствіи на метахроматиновыя тѣльца миллонова реактива, хлористаго кальція, а иногда и кислотъ. Въ этомъ случаѣ оптический разрѣзъ тѣлецъ представляется въ видѣ плотныхъ колецъ съ рѣзкими контурами (см. рис. 3 табл. I). Первое указаніе на образованіе этихъ колецъ тѣлъ мы находимъ у Palla (65). Въ связи съ большей хромофиліей периферіи тѣльца и способностью ихъ образовывать упомянутыя кольцевыя тѣла, авторы говорили то о пустотѣлости метахроматиновыхъ тѣлецъ, то даже о неоднородности ихъ состава. Намъ удалось съ полной очевидностью выяснитъ строеніе этихъ зеренъ, образованныхъ двумя разными веществами по периферіи и въ центрѣ. Этотъ крайне интересный фактъ былъ уже отмѣченъ Kohl'емъ (50, стр. 28) для водоросли *Tolypothrix lanata*, а именно Kohl различаетъ въ метахроматиновыхъ тѣльцахъ этой водоросли центръ и периферическій слой, которые являются неоднородными по своей химической природѣ. Однако, это въ высшей степени интересное указаніе Kohl'я не нашло себѣ подтвержденія и признанія у послѣдующихъ авторовъ. Можетъ

быть Guilliermond видѣлъ у *Phormidium favosum* тѣльца („grosses sphères réfringentes“) именно такого же строенія, какое Kohl указалъ для *Tolypothrix*, но съ увѣренностью этого сказать нельзя, такъ какъ самъ Guilliermond на подобнаго рода аналогію не указываетъ. Литературныя данныя относительно свойствъ метахроматиновыхъ тѣлецъ весьма разнорѣчивы. Нѣкоторыя изъ этихъ разногласій становятся понятными только послѣ нашихъ наблюденій.

Наши изслѣдованія метахроматиновыхъ тѣлецъ были произведены, главнымъ образомъ, у водоросли *Symplocos muscogum* и провѣрены на другихъ синезеленыхъ. Въ общемъ у всѣхъ изслѣдованныхъ нами синезеленыхъ метахроматиновыя тѣльца обнаруживаютъ сходныя свойства. Въ тѣхъ случаяхъ, когда мы встрѣчаемъ крупныя тѣльца, какъ, напр., у *Scytonema javanicum*, то они здѣсь характеризуются всѣми тѣми свойствами, которыя нами наблюдались у *Symplocos*; на мелкихъ же метахроматиновыхъ тѣльцахъ у водорослей *Nostoc*, *Anabaena*, *Phormidium* и пр. не всегда удается получить нѣкоторыя реакціи, что объясняется слишкомъ малыми размѣрами ихъ у этихъ водорослей.

Для окрашиванія метахроматиновыхъ тѣлецъ мы пользовались методами А. Meyer'a (58) и Zacharias'a (86 р. 277). Кромѣ того, какъ указано выше, методомъ, предложеннымъ А. Н. Даниловымъ (см. стр. 55 и 60). При изученіи этихъ образований, оказалось весьма полезнымъ примѣненіе нейтральной красной (*Neutralroth Grüber*), такъ какъ она окрашиваетъ метахроматиновыя тѣльца и въ тѣхъ случаяхъ, когда другія краски на нихъ совершенно не дѣйствуютъ, какъ, напр., послѣ обработки ихъ кислотой. Кромѣ того, нейтральная красная лучше окрашиваетъ центр тѣльца и слабѣе периферію, тогда какъ другія краски, наоборотъ, болѣе интенсивно окрашиваютъ его периферію. Остальныя краски, употреблявшіяся нами, какъ гематоксилинъ *Delafield'a*, метил-фіолетовая, золотистая синька, уксусный карминъ, іодная зелень и многія другія не имѣли особаго значенія въ нашихъ изслѣдованіяхъ и служили лишь дополненіемъ къ вышеназваннымъ краскамъ. Дѣйствіе красокъ и реактивовъ указывается нами далѣе въ текстѣ, подробное же описаніе нѣкоторыхъ реакцій мы приводимъ ниже въ добавленіи къ настоящей статьѣ.

Кислоты высокой концентраціи вызываютъ быстрое разжиженіе и затѣмъ раствореніе метахроматиновыхъ тѣлецъ. Мы испробовали дѣйствіе сѣрной, соляной, азотной и уксусной кислотъ. Медленнѣе другихъ и не всегда до конца растворяетъ тѣльца уксусная кислота. Если ихъ окрасить метиленовой синькой

и, послѣ этого, подвергнуть дѣйствию крѣпкой кислоты, то они моментально обезцвѣчиваются и расплываются въ сильно блестящія, опалесцирующія капли, которыя мало-по-малу растворяются. Въ разбавленныхъ кислотахъ, начиная съ 1% растворовъ, метакхроматиновыя тѣльца разбухаютъ, при долгомъ же дѣйствии растворяются. Разбуханіе зерна происходитъ, повидимому, *вслѣдствіе эндосмоса кислоты внутри зерна* и вслѣдствіе набуханія вещества, заполняющаго его центръ. Щелочи дѣйствуютъ, повидимому, сходнымъ образомъ съ кислотами, вызывая раствореніе метакхроматиновыхъ тѣлецъ. Нѣсколько разъ намъ пришлось наблюдать, что, подѣ дѣйствию раствора ѣдкаго кали, метакхроматиновыя тѣльца приняли форму крупныхъ *пузырей*; однако, намъ не удавалось вызвать эту реакцію по нашему произволу. Послѣ дѣйствія на тѣльца кислотъ, они перестаютъ окрашиваться синькой и другими красками; нейтральная же красная окрашиваетъ ихъ такъ же хорошо, какъ и ранѣе, съ той только разницей, что при этомъ лучше дифференцируется центръ и периферія тѣльца.

Дѣйствіе кислотъ на метакхроматиновыя тѣльца обуславливаетъ результатъ, получающійся при окраскѣ ихъ *укуснымъ карминомъ*. Въ этой краскѣ растворяется болѣе быстро периферія тѣльца, центральное же вещество окрашивается въ красный цвѣтъ. При этомъ необходимо остерегаться передержать препаратъ въ краскѣ, такъ какъ, въ противномъ случаѣ, все тѣльце можетъ раствориться цѣликомъ.

Миллоновъ реактивъ, уже при первомъ соприкосновеніи съ метакхроматиновыми тѣльцами, превращаетъ ихъ въ „кольцевыя тѣла“ (рис. 3, табл. I). При продолжительномъ дѣйствии реактива, тѣльца мало-по-малу растворяются. Иногда центры кольцевыхъ тѣлъ кажутся красными, но мы не можемъ считать это реакціей на бѣлокъ, такъ какъ здѣсь возможна наличность оптического явленія.

Метакхроматиновыя тѣльца у изслѣдованныхъ нами водорослей не обнаружили реакцій на гликогенъ (*Errera*: іодъ 0,1 + іодистый калий 0,3 + вода 45; *A. Fischer*: танинъ, бихроматъ калия, сафранинъ).

Вода, при кипяченіи, растворяетъ метакхроматиновыя тѣльца, начиная съ периферіи; поэтому, если ихъ кипятить не болѣе 5 минутъ, то периферическій слой исчезнетъ, центральная же часть останется въ видѣ маленькихъ комочковъ.

Метакхроматиновыя тѣльца въ кліткахъ *Symploca muscogum* достигаютъ довольно крупныхъ размѣровъ и потому удобны для изслѣдованія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ они имѣютъ

3—4 μ въ поперечникѣ. Чаще всего на каждую клітку приходится одно, два зерна (рис. 1, табл. II; рис. 11, табл. III). Иногда можно встрѣтить по многу зеренъ въ кліткѣ, но въ этомъ случаѣ они мелки, хотя этимъ и не исключается присутствіе, на ряду съ мелкими, одного крупнаго зерна (см. рис. 5, табл. II). У *Scytonema javanicum* очень часто все центральное тѣло клітки переполнено метакхроматиновыми тѣльцами, причемъ въ молодыхъ кліткахъ они обычно мелки и многочисленны, въ старыхъ же крупны, но зато и малочисленны (см. рис. 1 и 3, табл. III). Обиліе метакхроматиновыхъ тѣлецъ мы наблюдали также у гонидіевъ изъ слоевищъ *Peltigera spuria* и *P. canina*, культивируемыхъ въ искусственныхъ условіяхъ (рис. 10, табл. III). Однако, у свободно живущаго *Nostoc punctiforme* и *Phormidium valderianum* мы констатировали въ вегетативныхъ кліткахъ не болѣе какъ по одному и весьма рѣдко по два зерна (рис. 4, 6 и 11, табл. III).

Мѣстонахожденіемъ метакхроматиновыхъ тѣлецъ является исключительно центральное тѣло клітки. Чаще всего они помѣщаются не въ центрѣ, а по периферіи центральнаго тѣла, на границѣ съ периферическимъ слоемъ протопласта (рис. 5, табл. II и рис. 4, 8 и 10 табл. III). Иногда приходилось наблюдать метакхроматиновыя тѣльца, которыя лежатъ почти у самой кліточной оболочки (рис. 5 а, табл. II) или даже примыкаютъ къ поперечной кліточной перегородкѣ (рис. 2 с. табл. I). Насколько можно судить, такое положеніе этихъ зеренъ является рѣдкимъ исключеніемъ, которое обуславливается или выпячиваніемъ центральнаго тѣла, или, можетъ быть, даже случайной деформаціей клітки. Но и въ этихъ сравнительно рѣдкихъ случаяхъ метакхроматиновыя тѣльца все же связаны съ центральнымъ тѣломъ клітки. Если прослѣдить за состояніемъ метакхроматиновыхъ тѣлецъ во всѣхъ кліткахъ одной и той же нити, то не трудно замѣтить, что они не вездѣ одинаковы по величинѣ, не во всѣхъ кліткахъ ихъ одинаковое количество, и что ихъ никогда не бываетъ въ молодыхъ кліткахъ растущаго конца нити. Въ этомъ отношеніи особенно демонстративны растущіе гормогоніи *Scytonema javanicum*, у которой, какъ и у всѣхъ видовъ этого рода, преобладаетъ верхушечный ростъ. Верхнія три-четыре клітки вовсе не имѣютъ метакхроматиновыхъ тѣлецъ; въ слѣдующихъ кліткахъ они мелки и многочисленны; далѣе величина ихъ возрастаетъ, количество же уменьшается (табл. III, рис. 1 и 2). Старыя клітки сплошь заполнены метакхроматиновыми тѣльцами крупныхъ размѣровъ (табл. III, рис. 3 и 7). Обычно они встрѣчаются только въ вегетативныхъ кліткахъ, но одинъ разъ намъ

удалось наблюдать ихъ и въ гетероцистѣ старой нити *Scytonema* (табл. III, рис. 3—b). Такое же соотношеніе между періодомъ развитія клѣтки и метахроматиновыми тѣльцами мы наблюдаемъ также у *Nostoc punctiforme*. Крайнія клѣтки молодыхъ цѣпочекъ *Nostoc* всегда совершенно лишены метахроматиновыхъ тѣлецъ. За этими клѣточками слѣдуютъ болѣе развитыя клѣтки съ однимъ или двумя метахроматиновыми тѣльцами (табл. III, рис. 4 a, c, рис. 6 a, b, d). Наблюдая же спорообразующія цѣпочки *Nostoc*'a, можно замѣтить, что иногда и крайнія клѣтки имѣютъ метахроматиновыя тѣльца (табл. III, рис. 6 a, b); съ приближеніемъ же къ спорѣ, т. е. по мѣрѣ постепеннаго преобразованія вегетативной клѣтки въ спору, метахроматинъ безслѣдно исчезаетъ (табл. III, рис. 4, 5 и 6). Совершенно такую же картину въ распредѣленіи метахроматиновыхъ тѣлецъ представляютъ цѣпочки *Anabaena variabilis*. Въ нитяхъ *Phormidium valderianum* не всѣ клѣтки имѣютъ метахроматиновыя тѣльца: обычно клѣтки, лишенныя этихъ зеренъ, чередуются съ клѣтками, уже образовавшими по одному тѣльцу. По аналогіи съ вышеизложеннымъ, мы думаемъ, что и здѣсь молодые клѣтки лишены метахроматиновыхъ тѣлецъ.

Въ связи съ распредѣленіемъ метахроматиновыхъ тѣлецъ въ клѣткахъ одной и той же нити, интересно отмѣтить обратное отношеніе между количествомъ метахроматиновыхъ тѣлецъ и ціанофициновыхъ зеренъ. Нельзя утверждать, что это соотношеніе дѣйствительно существуетъ для всѣхъ періодовъ развитія водоросли, но въ спорообразующихъ нитяхъ такое соотношеніе бросается въ глаза. Въ цѣпочкахъ *Nostoc punctiforme* клѣтки, формирующіяся въ споры, постепенно обогащаются ціанофициновыми зернами, но зато въ нихъ исчезаютъ метахроматиновыя тѣльца (рис. 4, 5 и 6, табл. III). Гонидии *Peltigera* (рис. 8 и 9, табл. III) и клѣтки *Scytonema* обнаруживаютъ также малое количество метахроматиновыхъ тѣлецъ, въ случаѣ обилія ціанофициновыхъ зеренъ. Такое соотношеніе, очевидно, объясняется тѣмъ, что образованіе этихъ двухъ типовъ включеній происходитъ въ различные періоды развитія клѣтки.

По внѣшней формѣ, метахроматиновыя тѣльца представляютъ болѣе или менѣе округлыя образованія, то въ видѣ правильныхъ шаровъ, то въ видѣ комковъ съ болѣе или менѣе неправильными очертаніями, а иногда даже въ видѣ безформенныхъ массъ. Намъ удалось прослѣдить, что это разнообразіе облика зависитъ въ значительной степени отъ способа ихъ обработки. Если взять нити, фиксированныя спиртомъ, и перенести ихъ изъ спирта непосредственно въ растворъ метиленовой синьки, то получимъ

тѣльца неправильной формы и даже въ видѣ безформенныхъ комковъ: вещество тѣльца въ этомъ случаѣ какъ бы разбрызгано въ разныя стороны. Такой же эффектъ можно получить, при фиксированіи нити крѣпкимъ формалиномъ. Однако, достаточно нѣсколько обсушить нити отъ спирта и, послѣ этого, погрузить ихъ въ краску, чтобы тѣльца сохранили свойственную имъ правильную шаровидную или овальную форму. Въ живыхъ клѣткахъ тѣльца имѣютъ форму правильныхъ шариковъ съ расплывающимися контурами. Такой же обликъ они имѣютъ и въ неокрашенномъ матеріалѣ, фиксированномъ при посредствѣ спирта. Какъ въ живыхъ, такъ и въ фиксированныхъ водоросляхъ намъ удалось наблюдать метахроматиновыя тѣльца безъ помощи окраски, хотя не всегда легко отличить ихъ въ содержимомъ клѣтки. Только послѣдующая окраска намѣченнаго зерна можетъ вполне убѣдить, что мы, дѣйствительно, имѣемъ дѣло съ метахроматиновымъ тѣльцемъ. При нѣкоторомъ навыкѣ, удается довольно легко распознавать ихъ безъ окраски, особенно въ фиксированномъ матеріалѣ. Иногда намъ удавалось ясно видѣть даже строеніе метахроматиноваго тѣльца на неокрашенныхъ препаратахъ: центральная его часть или, такъ сказать, „ядро“ явно выдѣлялось своимъ болѣе свѣтлымъ цвѣтомъ, водянистымъ оттѣнкомъ и опалесценціей отъ окружающей наружной его обкладки, блестящей и болѣе плотной на видѣ. Наружный край периферического слоя тѣльца имѣлъ нѣсколько расплывшіяся очертанія, не вполне отграниченныя отъ окружающей плазмы. Можно, однако, съ увѣренностью констатировать, что не всѣмъ метахроматиновымъ тѣльцамъ, даже въ клѣткахъ одной и той же нити, свойственно такое двуслойное строеніе. Въ неокрашенныхъ клѣткахъ рѣдко удается подмѣтить разницу между центромъ и периферіей тѣльца; послѣ окраски, эта разница вполне ясно обнаруживается въ крупныхъ тѣльцахъ; мелкія же зерна имѣютъ по преимуществу простое однослойное строеніе (см. рис. 5, табл. II; рис. 3 a, табл. III). Однако, пока нельзя сказать съ полной увѣренностью, что мелкія метахроматиновыя тѣльца совершенно не дифференцированы на внутреннее „ядро“ и обкладку.

Для изученія строенія метахроматиновыхъ тѣлецъ, хорошую услугу оказываетъ нейтральная красная. Клѣтки водоросли, фиксированной крѣпкимъ формалиномъ въ теченіе 5—10 минутъ и окрашенной нейтральной красной, всегда обнаруживаютъ дифференцировку тѣлецъ на центральное ядро и периферическій слой. Центръ окрашивается въ густой-рубиновокрасный цвѣтъ, периферія же въ болѣе слабый, съ замѣтнымъ фіолетовымъ оттѣнкомъ (рис. 2, табл. II). Если окрашивать водоросль, промытую передъ

окраской 1% растворомъ сѣрной кислоты, то дифференцировка проявляется еще болѣе отчетливо (см. прилож. реакц. № 8). При окраскѣ, центральная часть тѣльца не всегда имѣетъ округлыя очертанія: она часто кажется *угловатой*, иногда вытянута по одному направленію и нерѣдко занимаетъ не центральное положеніе, а лежитъ ближе къ одному краю тѣльца — ацентрически (рис. 3 а и с, 5 а, табл. I; рис. 3 а, табл. II). Всѣ эти наблюденія вполне убѣждаютъ насъ въ реальномъ существованіи „ядра“ въ тѣлцѣ, состоящего изъ обособленнаго отъ периферіи вещества. Препараты, окрашенные нейтральной красной, можно докрасить (не перекрашивая!) слабымъ воднымъ растворомъ (0,1%) метиль-фіолета. Въ такомъ случаѣ, периферическій слой тѣльца, приметъ фіолетовый цвѣтъ, а его „ядро“ останется краснымъ (рис. 5, табл. I). Еще болѣе интересную картину можно получить, если употребить краски въ обратномъ порядкѣ: сначала окрасить (не перекрашивая!) метиленовой синькой или метиль-фіолетомъ, а затѣмъ осторожно (лучше всего на столикѣ микроскопа) докрасить нейтральной красной. Въ этомъ случаѣ, центр приметъ ярко-красный цвѣтъ, периферическій же слой перекрасится въ розоватый, съ примѣсью синяго или фіолетоваго оттѣнка. Совершенно особое дѣйствіе оказываетъ на метахроматиновыя тѣльца миллоновъ реактивъ. При соприкосновеніи его съ метахроматиновыми тѣльцами (въ фиксированныхъ или живыхъ клѣткахъ), периферическій слой пріобрѣтаетъ рѣзко очерченные контуры и какъ-будто болѣе плотную консистенцію, а вслѣдствіе этого и болѣе интенсивный зеленоватый оттѣнокъ, тогда какъ центральная часть тѣльца какъ будто пропадаетъ. Въ оптическомъ разрѣзѣ тѣльца имѣютъ видъ плотныхъ хорошо образованныхъ колецъ. Такимъ образомъ, тѣльце представляется при этой реакціи въ видѣ полого шарика. Но послѣдующая окраска кольцевыхъ тѣлъ нейтральной красной убѣждаетъ насъ въ томъ, что внутри метахроматиновой оболочки, уплотнившейся отъ миллонова реактива, залегаетъ комочекъ иного вещества. Нейтральная красная проникаетъ черезъ метахроматиновую обкладку внутрь тѣльца и очень быстро закрашиваетъ „просвѣтъ“ кольцевыхъ тѣлъ въ ярко-красный цвѣтъ, обнаруживая при этомъ болѣе или менѣе плотную консистенцію вещества, заполняющаго этотъ просвѣтъ (см. Добавленіе, реакц. n° 7, 10). При этомъ метахроматиновое кольцо окрашивается гораздо медленнѣе, вслѣдствіе чего обнаруживается весьма рѣзкая разница между веществами центра и периферіи (рис. 2, табл. II). Еще болѣе рѣзкое отличіе въ свойствахъ центральнаго и периферическаго вещества проявляется въ реакціи, которую вызываетъ соляная кислота на метахроматиновыя тѣльца,

уже обработанныя миллоновымъ реактивомъ и окрашенные нейтральной красной (см. Добавленіе, реакц. № 9, 10, 11). Для наблюденія за этой реакціей мы выбирали крупныя тѣльца съ ярко-окрашившимся центромъ. Соприкосновеніе 4% соляной кислоты съ такими тѣльцами вызываетъ внезапное (толчкообразное) расширение внутренняго вещества въ полтора и даже въ два раза по діаметру. Внѣшній слой тѣльца соответственно растягивается, обнаруживая замѣчательную эластичность. При повторномъ дѣйствіи соляной кислотой (лучше брать немного болѣе крѣпкій растворъ), а для нѣкоторыхъ зеренъ уже при первомъ дѣйствіи 4% кислоты, внѣшняя метахроматиновая обкладка *лопается* въ одномъ или въ нѣсколькихъ мѣстахъ (въ двухъ-трехъ мѣстахъ), и внутреннее вещество, яркоокрашенное нейтральной красной, *выбрызгиваетъ наружу* въ видѣ расплывающейся капли (см. Дополненіе, реакц. № 9, 11). Кольца внѣшняго слоя тѣлецъ или ихъ обрывки, обезцвѣтившіеся отъ кислоты, нерѣдко остаются совсѣмъ въ сторонѣ отъ выбрызнуваемаго содержимаго и представляются въ видѣ цѣльныхъ колецъ (т. е. шариковъ, на этотъ разъ безусловно пустыхъ внутри) или въ видѣ твердой разорванной скорлупки (см. рис. 4 и 7, табл. I). При дальнѣйшемъ дѣйствіи 10%—20% соляной кислоты, вылившееся центральное вещество обезцвѣчивается и, постепенно расплываясь, совершенно исчезаетъ. Метахроматиновая скорлупка тѣльца также нѣсколько разжижается отъ дѣйствія 20% соляной кислоты и мало-по-малу растворяется.

Описанная реакція, въ отношеніи происходящихъ въ ней осмотическихъ явленій, невольно вызываетъ сравненіе съ „искусственной клѣткой“ *Traube*. Коровой слой метахроматиноваго тѣльца, послѣ дѣйствія миллонова реактива, явно обнаруживаетъ свойства полупроницаемой перегородки: центральное вещество жадно притягиваетъ кислоту и такъ разбухаетъ, что разрываетъ „оболочку“ тѣльца, невыдерживающую внутренняго давленія. Однако, проводить эту аналогію дальше относительно самаго способа образованія периферическаго слоя метахроматиноваго тѣльца, съ одной стороны, и способа образованія осадочной перепонки „клѣтки“ *Traube*, съ другой, — мы не имѣемъ никакихъ основаній.

Описанная, реакція свойственна, однако, не всѣмъ метахроматиновымъ тѣльцамъ. Иногда въ цѣлой нити ни одно тѣльце не даетъ реакціи выбрызгиванія содержимаго, хотя послѣднее нѣсколько разбухаетъ; иногда даже въ одной и той же нити нѣкоторыя зерна остаются цѣльными (см. рис. 7 а, табл. I) въ то время, какъ другія лопаются и выбрызгиваютъ свое содержимое.

Если пробовать получить ту же реакцію безъ примѣненія миллионова реактива, то рѣдко удастся получить стойкія кольцевыя тѣла (см. Добавленіе: реакц. № 6): въ однихъ случаяхъ (главнымъ образомъ, при постепенномъ увеличеніи концентраціи кислоты) мы получимъ простое раствореніе тѣльца путемъ постепеннаго уменьшенія его объема (см. рис. 6, табл. I); въ другихъ случаяхъ (главнымъ образомъ, при употребленіи сразу крѣпкой кислоты, см. Дополненіе, реакц. № 5), метахроматиновыя тѣльца на одинъ моментъ образуютъ кольцевыя тѣла и очень быстро расплываются въ капли, которыя 20% кислотой обезцвѣчиваются и безслѣдно растворяются (рис. 1, табл. II). Никакой „скорлупки“, обладающей большей устойчивостью противъ кислоты, при этомъ не наблюдается.

Отличіе центральной части метахроматиновыхъ тѣлецъ отъ ихъ периферическаго слоя сказывается также въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при ихъ раствореніи. На рисункѣ 3, табл. II изображенъ результатъ растворенія тѣлецъ въ слабой соляной кислотѣ, послѣ обработки ихъ по А. Meyer'у для опредѣленія гликогена (спиртъ, танинъ, бихроматъ калия, метиленовая синька). При дѣйствіи кислоты, синька, какъ обычно, исчезла изъ препарата, метахроматиновыя же тѣльца мало-по-малу стали размываться съ поверхности и уноситься токомъ кислоты, медленно обезцвѣчиваясь. „Ядро“ тѣльца, не окрасившееся синькой, не обнаруживало признаковъ растворенія (рис. 3 а, б, с, табл. II). Такое же отличіе периферическаго слоя отъ „ядра“ обнаруживается также, при дѣйствіи горячей воды. Если водоросль, фиксированную спиртомъ, нагревать въ теченіе 10 мин. на кипящей водяной банѣ, то внѣшній слой метахроматиновыхъ тѣлецъ растворяется, центральное же вещество остается въ видѣ блестящихъ комочковъ. Отмѣченная выше способность центрального вещества тѣлецъ слабо окрашиваться метиленовой синькой остается и послѣ нагреванія на водяной банѣ. Хотя синька и окрашиваетъ не растворившіеся комочки этого вещества, но при дѣйствіи кислоты ихъ окраска тотчасъ исчезаетъ. Въ этомъ то и лежитъ причина разногласія, относительно растворимости метахроматиновыхъ тѣлецъ, между указаніями Zacharias'a (86, стр. 277) и Fischer'a (27, стр. 91, 101), съ одной стороны, и А. Meyer'a (58, стр. 119) и Kohl'я (50, стр. 22), съ другой. Первые утверждаютъ, что метахроматиновыя тѣльца не растворяются въ горячей водѣ, но только, по наблюденіямъ Zacharias'a, горячая вода измѣняетъ ихъ свойства въ томъ отношеніи, что они теряютъ способность удерживать окраску метиленовой синьки. Изъ сказаннаго нами ясно, въ чемъ собственно заключается ошибка Fischer'a и Zacharias'a: послѣ

нагреванія въ водѣ, они наблюдали остатки метахроматиновыхъ тѣлецъ въ видѣ комочковъ ихъ центрального вещества, метахроматиновая же обкладка тѣлецъ растворилась, поэтому исчезли и свойства тѣлецъ, связанныя съ этой обкладкой. А. Meyer и Kohl наблюдали полное раствореніе метахроматиновыхъ тѣлецъ, при нагреваніи въ водѣ. Последнее утвержденіе также правильно и вытекаетъ изъ того, что мелкія метахроматиновыя тѣльца, имѣющія очень малое количество центрального вещества, а можетъ быть и вовсе лишенныя его, легко исчезаютъ въ кипящей водѣ. Къ тому же и само центральное вещество тѣлецъ, хотя и медленно, но тоже растворяется при этихъ условіяхъ.

Подобную же растворимость метахроматиновыя тѣльца обнаруживаютъ, при окраскѣ ихъ кислымъ уксуснымъ карминомъ. Въ этомъ реактивѣ внѣшній слой быстро растворяется, центральное же вещество тѣльца окрашивается въ красный цвѣтъ и понемногу тоже исчезаетъ, постепенно уменьшаясь въ своемъ объемѣ. Если приостановить окраску, не дожидаясь полного исчезновенія метахроматиновыхъ тѣлецъ, то ихъ остатки трудно будетъ отличить отъ ціанофициновыхъ зеренъ, которыя также будутъ окрашены карминомъ. Возможно, что этимъ отчасти и объясняется то обстоятельство, что нѣкоторые авторы наблюдали ціанофициновыя зерна не только въ периферическомъ слоѣ, но также и въ центральномъ тѣлѣ клетки. Hieronymus (46), красившій преимущественно уксуснымъ карминомъ, несомнѣнно смѣшивалъ съ ціанофициновыми зернами остатки метахроматиновыхъ тѣлецъ.

Такимъ образомъ, насколько можно судить изъ всего вышеизложеннаго, метахроматиновыя тѣльца по своему строенію являются комочками, состоящими изъ двухъ различныхъ веществъ: одного въ центрѣ, которое составляетъ какъ бы „ядро“, и другого по периферіи въ формѣ внѣшней обкладки. Последняя состоитъ изъ метахроматина (гесп. волютина) и только ей свойственны тѣ признаки, которыми характеризуются метахроматиновыя тѣльца. Такое двуслойное строеніе свойственно, повидимому, не всѣмъ, а только крупнымъ, такъ сказать, зрѣлымъ метахроматиновымъ тѣльцамъ; мелкія же состоятъ, вѣроятно, изъ одного метахроматина.

Описанное строеніе и свойства метахроматиновыхъ тѣлецъ дѣлаютъ весьма интереснымъ вопросъ о возникновеніи этихъ образований и о ихъ роли въ клеткѣ. Отмѣченное выше соотношеніе между возрастомъ клетки и накопленіемъ метахроматиновыхъ тѣлецъ вполне опредѣленно указываетъ на возникновеніе

метахроматиновыхъ зеренъ въ кліткѣ въ нѣкоторый опредѣленный періодъ ея развитія. Нѣтъ никакого сомнѣнія и въ томъ, что ихъ возникновеніе тѣсно связано съ процессами, происходящими въ центральномъ тѣлѣ клітки. Въ молодыхъ кліткахъ центральное тѣло сравнительно велико, окрашивается синькой (см. стр. 60) въ зеленоватоголубой цвѣтъ и кажется вполне однороднымъ. На этой стадіи въ немъ или вовсе отсутствуютъ метахроматиновые тѣльца или они очень мелки (табл. III, рис. 1 *a*; рис. 2 *a* и *c*; рис. 4 *a*, *c*, *d*; рис. 6 *a*, *b*, *d*, *e*). Съ возрастомъ, въ центральномъ тѣлѣ начинается дифференціація: оно постепенно распадается на участки, охватывающіе одно или нѣсколько метахроматиновыхъ тѣлецъ (табл. III, рис. 1 — клітка *b* и другія; рис. 2 — *d*). Въ старыхъ кліткахъ метахроматиновые тѣльца крупны и часто весьма многочисленны (табл. II, рис. 5; табл. III, рис. 3 и 7); въ такихъ кліткахъ уже не удастся обнаружить центральное тѣло, съ помощью подкисленной метиленовой синьки. Все это говоритъ за то, что метахроматиновые тѣльца возникаютъ за счетъ пластическихъ веществъ центрального тѣла, а можетъ быть, даже путемъ преобразования основного вещества самого центрального тѣла. Метахроматиновое зернышко возникаетъ, повидимому, въ видѣ простого комочка, состоящаго изъ одного метахроматина. Двуслойное строеніе наблюдается позднѣе, такъ какъ только въ болѣе крупныхъ (можетъ быть болѣе зрѣлыхъ) тѣльцахъ удастся обнаружить составъ изъ „ядра“ и вѣшной обкладки. Образование описанныхъ выше двуслойныхъ тѣлецъ могло бы произойти по одному изъ слѣдующихъ пяти способовъ:

1. Возможно, что метахроматинъ откладывается на поверхности комочка какого-то иного вещества подобно тому, какъ крахмалъ откладывается вокругъ пиреноида, но этому противорѣчитъ существованіе мелкихъ метахроматиновыхъ зернышекъ, въ которыхъ не удастся обнаружить центрального вещества.

2. Возможно, что реактивы (особенно миллоновъ реактивъ) превращаютъ периферическій слой тѣльца въ полупроницаемую перепонку, какъ это происходитъ въ кліткѣ *Traube* и, такимъ образомъ, двуслойное тѣльце является искусственнымъ продуктомъ, — но въ этомъ случаѣ мы должны предположить чрезвычайно различное дѣйствіе одного и того же реактива на метахроматинъ периферіи и на метахроматинъ центра; еще менѣе правдоподобно допустить, что все вещество тѣльца превратилось въ „оболочку“, и что заполняющее вещество проникло внутрь зерна извнѣ, такъ какъ проникновеніе черезъ перегородку уже предполагаетъ наличность за перегородкой осмотически активнаго вещества. Поэтому двуслойное метахроматиновое тѣльце невоз-

можно считать искусственнымъ продуктомъ, тѣмъ болѣе, что мы наблюдали такія зерна и въ кліткахъ, не подвергавшихся дѣйствію реактивовъ.

3. Возможно, что метахроматиновое тѣльце естественнымъ путемъ претерпѣваетъ химическое преобразование въ своихъ нѣдрахъ, разслаиваясь на метахроматиновую обкладку и центральное вещество, которымъ является измѣненный метахроматинъ.

4. Возможно, что поверхностный слой метахроматиноваго тѣльца, благодаря нѣкоторымъ химическимъ воздѣйствіямъ окружающей плазмы, пріобрѣтаетъ свойства полупроницаемой перепонки, остальная же часть тѣльца, являясь осмотически активной по отношенію къ нѣкоторымъ веществамъ клітки, всасываетъ и накапливаетъ ихъ внутри своей массы и даже, можетъ быть, вступаетъ съ ними въ химическое взаимодействіе, въ результатъ чего получается центральное вещество тѣльца.

5. Возможно, наконецъ, что двуслойныя метахроматиновые тѣльца являются продуктомъ чисто механическаго осѣданія капелекъ метахроматина на поверхности случайныхъ зеренъ, благодаря чисто физическому притяженію частицъ, но въ этомъ случаѣ нельзя было бы ожидать отъ центрального вещества тѣлецъ одинаковаго отношенія къ химическимъ реактивамъ.

Какое изъ приведенныхъ нами объясненій окажется справедливымъ, пока судить довольно трудно. Но намъ кажется несомнѣннымъ, что вышеописанное двуслойное строеніе метахроматиновыхъ тѣлецъ является ихъ естественнымъ состояніемъ на извѣстной стадіи развитія клітки. Осмотическія явленія, происходящія въ тѣльцѣ, при обработкѣ клітки миллоновымъ реактивомъ, нейтральной красной и затѣмъ кислотой, указываютъ на чрезвычайно важныя свойства, какъ метахроматиновой обкладки, такъ и „ядра“ тѣлецъ. Поэтому четвертое изъ вышеприведенныхъ предположеній представляется намъ наиболѣе пріемлемымъ. Согласно этому объясненію, метахроматиновая оболочка тѣлецъ по функціи должна быть приравнена къ плазматическимъ уединяющимъ перепонкамъ *Hofmeister*'а, но съ той разницей, что эти послѣднія служатъ въ кліткѣ для кратковременной изоляціи того или иного продукта, чтобы очень скоро снова пустить его въ оборотъ; напротивъ, метахроматиновые тѣльца, если наше предположеніе вѣрно, служатъ камерами для длительной изоляціи какого-либо пластическаго вещества, которое будетъ введено въ біохимическій оборотъ, вмѣстѣ съ самимъ метахроматиномъ, только въ опредѣленный періодъ развитія клітки, какъ, нпр., во время перехода изъ вегетативной въ покоящуюся стадію (см. стр. 63).

Въ параллель нашему объясненію можно поставить утвер-

женіе *Guilliermond* (43) о роли митохондріевъ въ клѣткѣ, наблюдавшаго образованіе крахмальныхъ зеренъ, пигментныхъ кристалловъ, жировыхъ шариковъ и пр. внутри элементовъ хондріома. Намъ кажется, что и въ этомъ случаѣ не происходитъ зарожденія этихъ веществъ въ нѣдрахъ митохондріевъ; по крайней мѣрѣ, элементы, необходимые для синтеза этихъ веществъ, должны поступать въ митохондрии изъ окружающей плазмы. Въ этомъ случаѣ элементы хондріома будутъ тоже выполнять роль изоляционныхъ камеръ, въ которыхъ и совершается синтезъ этихъ важнѣйшихъ для жизни веществъ.

Такимъ образомъ, роль метакхроматиновыхъ тѣлецъ мы полагаемъ въ ихъ способности избирать и изолировать некоторыя вещества, которыя необходимы для жизненныхъ процессовъ клѣтки только въ опредѣленные періоды развитія водоросли.

Накопленіе метакхроматиновыхъ тѣлецъ въ старыхъ клѣткахъ какъ будто даетъ основаніе считать ихъ продуктами распада вещества центрального тѣла или отбросами клѣтки, но образованіе ихъ на сравнительно ранней стадіи развитія клѣтки, а равнымъ образомъ исчезновеніе ихъ изъ клѣтокъ, формирующихся въ споры, безусловно противорѣчитъ такому толкованію. Предположить въ метакхроматиновыхъ тѣльцахъ функцію обычныхъ запасныхъ веществъ клѣтки мы тоже не имѣемъ права, такъ какъ рѣшительно нельзя подмѣнить зависимости ихъ образованія отъ условій культуры, нпр., отъ свѣта или отъ голоданія водоросли. Пока можно утверждать, что ихъ накопленіе находится въ безусловной зависимости только отъ внутреннихъ процессовъ, происходящихъ въ клѣткѣ; единственный случай ихъ несомнѣннаго исчезновенія мы наблюдали только въ процессѣ спорообразованія. На этомъ основаніи, мы затрудняемся подвести метакхроматиновыя тѣльца подъ рубрику запасныхъ питательныхъ веществъ клѣтки.

Итакъ, развитіе и роль метакхроматиновыхъ тѣлецъ, въ связи съ эволюціей клѣтки, мы можемъ представить себѣ нижеслѣдующимъ образомъ. Въ молодой растущей клѣткѣ хорошо развитое центральное тѣло не обладаетъ ни однимъ метакхроматиновымъ тѣльцемъ. Но уже на ранней стадіи развитія клѣтки, на ряду съ другими измѣненіями, происходящими въ центральномъ тѣлѣ, въ немъ появляются и метакхроматиновыя тѣльца. Возникшее зернышко или, вѣрнѣе, капелька метакхроматина увеличивается въ своемъ объемѣ путемъ присоединенія новыхъ количествъ метакхроматина, возникающаго въ центральномъ тѣлѣ. Тѣмъ временемъ, наступившій въ клѣткѣ биохимическій условія превращаютъ зерно въ химическій аппаратъ, изолирующій внутри себя вещество, которое ждетъ опредѣленнаго момента въ жизни клѣтки, чтобы вмѣстѣ съ метакхро-

матинномъ принять участіе въ созидательныхъ процессахъ организма. Это гипотетическое представленіе о развитіи и роли метакхроматиновыхъ тѣлецъ мы будемъ имѣть въ виду, при нашихъ дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ этихъ интереснѣйшихъ образованій клѣтки синезеленыхъ водорослей.

Въ заключеніе этой главы помѣщаемъ таблицу, которая въ хронологическомъ порядкѣ наглядно иллюстрируетъ эволюцію возрѣній разныхъ авторовъ на сущность метакхроматиновыхъ тѣлецъ, начиная съ 1883 г. (*Wille*) и кончая послѣдними работами (*Guilliermond*, *Acton* и наша).

Таблица II. Метахроматиновые тѣльца.

Авторъ.	Годъ.	Названіе.	Предполагаемый химическій составъ.	Форма и строеніе.	Положеніе въ клеткѣ.	Примѣчаніе.
Wille (80)	1883.	Nucleolus.	—	Совершенно круглыя.	Въ Nucleus'ѣ = въ центральномъ тѣлѣ.	—
Рейнгардъ (69)	1885.	Ядрышко.	—	—	Въ ядрѣ = въ центральномъ тѣлѣ.	—
Bütschli (13)	1890.	Rote Körnchen.	Соотвѣтствуютъ хроматину ядра.	—	Въ центральномъ тѣлѣ.	—
Zacharias (83)	1890.	Zentralsubstanz.	Содержитъ нуклеинъ.	Шары, иногда „Ringkörper“.	Только въ центральномъ тѣлѣ.	—
Дейнега (23)	1891.	Остатки хроматофора.	—	—	—	—
Zukal (91)	1892.	Nucleus (Zellkern).	Заключаетъ въ себѣ ядрышко.	Въ цитоплазмѣ = въ центральномъ тѣлѣ.	—	—
Hieronymus (46)	1892.	Kyanophycinkörner.	Одной природы съ хроматиномъ клеточнаго ядра.	Зерна, шары, кристаллы.	Одинаково и въ плазмѣ, и въ центральномъ тѣлѣ.	Авторъ обнаружилъ въ клеткѣ синезеленыхъ только одинъ типъ включеній, который онъ и назвалъ Kyanophycinkörner.
Palla (65)	1893.	Schleimkugel.	—	Зерна, шары, иногда кольцеобразныя тѣла (отъ миллионова реактива).	Въ центральномъ тѣлѣ и рѣдко въ периферической плазмѣ.	—
Надсонъ (62)	1895.	Хроматиновые зерна.	Соотвѣтствуютъ хроматину клеточнаго ядра.	Округлыя, вытянутыя бисквитообразныя.	Въ периферической части центральнаго тѣла, иногда въ протоплазмѣ.	—
Hegler (45)	1901.	Schleimvacuolen.	Слизъ бѣлковой природы.	Округлыя образованія.	Въ периферической плазмѣ и на границѣ центрального тѣла.	—
Kohl (50)	1903.	Zentralkörner.	Слизъ бѣлковой природы; у Tolypothrix, кромѣ того, еще пектиновое вещество.	Шарики, полужидкой консистенціи, иногда полые; у Tolypothrix дифференцированы на центральное ядро и периферію.	Въ центральномъ тѣлѣ.	—

Продолженіе.

Авторъ.	Годъ.	Название.	Предполагаемый химическій составъ.	Форма и строеніе.	Положеніе въ кѣткѣ.	Примѣчаніе.
<i>Phillips</i> (67)	1904.	Chromatin vesicles.	—	—	Въ центральномъ тѣлѣ вегетативныхъ кѣтокъ и въ спорахъ.	Ихъ накопленіе зависитъ отъ условій питанія.
<i>Meyer, Artur</i> (58)	1904.	Volutinkörner.	Соединеніе нуклеиновой кислоты и какого-либо органическаго основанія.	Шарики, полужидкой консистенціи.	—	Авторъ обнаружилъ волютинъ не только у водорослей и грибовъ, но даже и у высшихъ растений; однако, сомнительно, чтобы онъ вездѣ имѣлъ дѣло съ однимъ и тѣмъ же веществомъ.
<i>Fischer, Alfred</i> (27)	1905.	Zentralkörner.	Вещество, близкое къ анабенину (Псевдомитозъ).	Простыя и сложныя зерна.	Въ центральномъ тѣлѣ.	—
<i>Olive</i> (64)	1905.	Slime globules.	—	—	Въ центральномъ тѣлѣ.	Chromatin granules автора, повидимому, такъ же нужно отнести къ метахроматиновымъ тѣльцамъ.
<i>Gardner</i> (33)	1906.	α -granules.	—	—	Въ центральномъ тѣлѣ.	Авторъ ошибочно полагаетъ ихъ нахожденіе во всякой здоровой кѣткѣ водоросли.
<i>Guilliermond</i>	1906—1913.	Corpuscules metachromatiques.	Метахроматинъ, вещество неизвѣстной природы.	Шаровидное образованіе, иногда концентрическаго сложенія.	Всегда въ центральномъ тѣлѣ.	—
<i>Acton, Elizabeth</i> (1)	1914.	Metachromatin granules.	Промежуточное вещество къ образованію хроматина.	Зернышки метахроматина, расположенныя въ узлахъ плазматической сѣти, составляютъ какъ бы сложныя зерна, которыя иногда кажутся полыми.	—	—
<i>Еленкинъ и Даниловъ</i>	1915.	Метахроматиновыя тѣльца.	Два вещества различной природы.	Двуслойное шаровидное, тѣльце, состоящее изъ метахроматина въ наружномъ слое и другого вещества въ центрѣ тѣльца.	Только въ центральномъ тѣлѣ развитыхъ вегетативныхъ кѣтокъ; въ самыхъ молодыхъ кѣткахъ и въ спорахъ не встрѣчаются.	Мелкія тѣльца, повидимому однослойны и состоятъ изъ одного метахроматина.

Общіе выводы.

Содержаніе нашей работы мы можемъ резюмировать кратко въ слѣдующихъ положеніяхъ.

- I. Кліточныя включенія синезеленыхъ водорослей рѣзко распадаются на двѣ группы: а) включенія центрального тѣла клітки, представленныя метахроматиновыми тѣльцами, и б) включенія периферическаго слоя, къ которымъ относятся ціанофициновые зерна, минеральные кристаллы, протеиновые кристаллы и кристаллы конечныхъ клітокъ.
- II. Окраска водоросли метиленовой синькой (лучше съ прибавленіемъ къ ней H_2SO_4) даетъ возможность отличить кліточныя включенія одни отъ другихъ, такъ какъ метахроматиновыя тѣльца окрашиваются въ синій цвѣтъ до чернаго, ціанофициновые зерна не окрашиваются вовсе, минеральные кристаллы растворяются въ синькѣ, протеиновые кристаллы и кристаллы конечныхъ клітокъ становятся лучше видными и легко отличимы отъ ціанофициновыхъ зеренъ по своей явно кристаллической формѣ.
- III. Минеральные кристаллы принадлежатъ, повидимому, къ одноклиномѣрной системѣ, расположены въ наружномъ слое плазмы и накапливаются только въ живыхъ кліткахъ; ихъ отношеніе къ химикатамъ заставляетъ признать въ нихъ кристаллическій гипсъ.
- IV. Протеиновые кристаллы представляютъ кубы бѣлковой природы, зарождаются въ периферическомъ слое плазмы, но могутъ выполнять собою всю клітку; свойственны они, главнымъ образомъ, старымъ, иной разъ вакуоляризованнымъ кліткамъ; поэтому ихъ нельзя считать продуктами отложенія клітки въ періодъ ея энергичной жизнедѣтельности.
- V. Кристаллы конечныхъ клітокъ состоятъ изъ вещества бѣлковой природы, имѣютъ форму октаэдровъ; у *Symptocha muscogutt* они встрѣчаются только въ нѣсколькихъ кліткахъ на концѣ нити; для нихъ характерна способность интенсивно окрашиваться эозиномъ и укуснымъ карминомъ, и весьма большая устойчивость даже противъ крѣпкихъ кислотъ.
- VI. 1) Ціанофициновые зерна по своему облику вполне заслуживаютъ названія зеренъ, такъ какъ не имѣютъ определенной формы и обладаютъ плотной консистенціей; они всегда расположены въ периферическомъ слое клітки, иногда съ извѣстной правильностью, и часто, кромѣ того, вдоль поперечныхъ кліточныхъ перегородокъ.

- 2) Ихъ накопленіе въ кліткахъ стимулируется прибавкой глюкозы къ питательному субстрату.
 - 3) Они накапливаются на свѣту, въ темнотѣ же не исчезаютъ изъ клітокъ и не способны образоваться вновь.
 - 4) Накопленіе ціанофициновыхъ зеренъ въ кліткахъ стоитъ въ несомнѣнной зависимости отъ перехода клітки въ состояніе покоя; поэтому споры обычно переполнены ими.
 - 5) Ціанофициновые зерна несомнѣнно выполняютъ функцію запаснаго питательнаго вещества, природа котораго намъ пока еще неизвѣстна.
- VII. 1) Метахроматиновыя тѣльца всегда расположены въ центральномъ тѣлѣ клітки.
- 2) Въ каждой кліткѣ чаще всего встрѣчается по одному тѣльцу, но иногда ихъ бываетъ такъ много, что центральное тѣло кажется переполненнымъ ими.
 - 3) Въ самыхъ молодыхъ кліткахъ метахроматиновыхъ тѣлецъ никогда не бываетъ; мы никогда не встрѣчали ихъ въ спорахъ и крайне рѣдко находили въ гетероцистахъ.
 - 4) Возникновеніе метахроматиновыхъ тѣлецъ сопровождается эволюционными измѣненіями, происходящими въ центральномъ тѣлѣ и, вѣроятно, стоитъ въ тѣсной связи съ этими измѣненіями.
 - 5) По своей формѣ метахроматиновыя тѣльца представляютъ комочки метахроматина (resp. волютина) — вещества полужидкой консистенціи.
 - 6) Величина ихъ весьма различна: въ одной и той же бити, и даже въ одной и той же кліткѣ, встрѣчаются метахроматиновыя тѣльца отъ едва доступныхъ для зрѣнія до значительныхъ размѣровъ — 3 — 4 μ . въ діаметрѣ.
 - 7) Возможно, что крупныя метахроматиновыя тѣльца возникаютъ путемъ сліянія мелкихъ частичекъ метахроматина.
 - 8) Крупныя метахроматиновыя тѣльца обнаруживаютъ двуслойное строеніе; наружный ихъ слой состоитъ изъ метахроматина, внутренній слой (такъ сказать „ядро“ зерна) изъ вещества, рѣзко отличающагося по своимъ свойствамъ отъ метахроматина.
 - 9) Такое двуслойное строеніе не является искусственнымъ продуктомъ, вызваннымъ дѣйствіемъ реактивовъ, т. к. намъ удавалось видѣть двуслойныя зерна въ живыхъ и въ фиксированныхъ кліткахъ, не подвергавшихся дѣйствію реактивовъ.

- 10) Метакхроматиновый слой тѣльца въ осмотическомъ отношеніи обнаруживаетъ свойства полупроницаемой перегородки, что особенно ясно сказывается, при дѣйствіи соляной кислоты на тѣльца, обработанныя предварительно миллоновымъ реактивомъ.
- 11) Образование такъ называемыхъ кольцевыхъ тѣлъ („Ring-körper“) является слѣдствіемъ осмотическихъ свойствъ наружнаго метакхроматиноваго слоя, который уплотняется, подъ дѣйствіемъ миллонова реактива, но остается эластичнымъ и потому растягивается до извѣстныхъ предѣловъ набухающимъ центральнымъ веществомъ тѣльца.
- 12) При извѣстныхъ условіяхъ метакхроматиновая оболочка тѣльца не выдерживаетъ создаваемаго внутри осмотическаго давленія и лопається, причемъ вещество центральнаго слоя выбрызгивается наружу.
- 13) Повидимому, метакхроматиновый слой изолируетъ, какъ въ камерѣ, нѣкоторые вещества клетки, предохраняя ихъ отъ воздѣйствія происходящихъ въ плазмѣ процессовъ, до наступленія въ жизни клетки такого момента, когда метакхроматиновое тѣльце поступаетъ въ біохимическій оборотъ, происходящій въ живой плазмѣ. Такой моментъ несомнѣнно наступаетъ, при превращеніи вегетативной клетки въ покоящееся состояніе.
- 14) Накопленіе и исчезновеніе метакхроматиновыхъ тѣлецъ изъ клетки, повидимому, находится въ зависимости только отъ основныхъ процессовъ, происходящихъ въ живой клеткѣ, и потому не подчинено въ замѣтной степени культурнымъ условіямъ, въ которыя поставлена водоросль.
- 15) Накопленіе метакхроматиновыхъ тѣлецъ съ одновременнымъ исчезновеніемъ ціанофициновыхъ зеренъ, и обратно, не даетъ достаточныхъ основаній для того, чтобы поставить эти разнородныя включенія въ какую-либо связь другъ съ другомъ.
- 16) Вопросъ объ отношеніи метакхроматиновыхъ тѣлецъ къ центральному тѣлу является кардинальнымъ для изученія клетки синезеленыхъ, но въ настоящей работѣ мы этого вопроса почти не касаемся, какъ не касаемся вопроса и объ отношеніи метакхроматиновыхъ зеренъ къ хондриому клетки и хроматину ядра другихъ организмовъ.

Добавленіе.

Ниже приведенъ рядъ реакцій, съ указаніями тѣхъ манипуляцій, которыя мы примѣняли, чтобы констатировать двойную природу вещества метакхроматиновыхъ тѣлецъ. Всѣ реакціи относятся къ нитямъ *Symplocos muscorum*. Разсмотрѣніе этихъ реакцій показываетъ, насколько различно реагируютъ центральное вещество тѣльца и его периферія; вмѣстѣ съ тѣмъ иногда обнаруживается различное реагированіе тѣлецъ, при однородныхъ манипуляціяхъ, что указываетъ на неодинаковое состояніе этихъ образований въ разныхъ нитяхъ водоросли. Во всякомъ случаѣ, приведенныя реакціи даютъ настолько демонстративные результаты, что не позволяютъ сомнѣваться въ двуслойномъ строеніи метакхроматиновыхъ тѣлецъ.

Таблицы реакцій на метакхроматиновыя тѣльца.

№ 1.

Порядокъ.	Растворы и манипуляціи.	Время.	Результатъ реакціи.	Иллюстрація.	Примѣчаніе.
1.	Нейтр. формалинъ.	1 м.	—	—	—
2.	Метиленов. синька Ehrlich'a.	—	Растворились минеральные кристаллы.	Табл. I, рис. 2.	Совершенно такой же результатъ даетъ синька, подкисленная H_2SO_4 , при дѣйствіи ея на живыя или на фиксированныя нити (см. стр. 60).
3.	H_2SO_4 1%.	—	Остались окрашенными только метакхроматиновыя тѣльца. Ціанофициновыя зерна въ видѣ неправильныхъ комочковъ остались вполне безцвѣтными.	— Табл. I, рис. 2-d.	

№ 2.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Спиртъ абсол.	24 ч.	Включенія неизмѣнились.	Табл. I, рис. 1.	—
2.	Метиленов. синька Ehrlich'a.	—	—	—	—
3.	HCl 0,1%.	—	Результатъ тотъ же, что въ предыдущей реакци (№ 1) отъ дѣйствія H ₂ SO ₄ .	Табл. I, рис. 2.	Обезцвѣчиваніе соляной кислотой (по Zacharias'y) даетъ тотъ же результатъ, что и реакція A. Meyer'a.
4.	Дестил. вода.	—	Отмыта солян. кислота.	—	—
5.	Уксусно-кислый карминъ.	5 м.	Метахроматиновыя тѣльца на половину растворились; остатки нѣкоторыхъ изъ нихъ перекрасились въ красный цвѣтъ и стали трудно отличимы отъ ціанофициновыхъ зеренъ, окрасившихся въ тотъ же цвѣтъ.	—	—

№ 3.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Метиленов. синька 1% водн. раств.	1 ч.	Не всѣ нити (живыя) окрасились одинаково.	—	—
2.	HCl 4 %.	—	Крупныя метахромат. тѣльца образовали кольцевыя тѣла (въ разрывѣ).	Почти такія же, какъ на рис. 3. Табл. I.	Кольцевыя тѣла легче всего получаютъ, при дѣйствіи миллионова реактива.
3.	Вода.	—	Отмыта краска.	—	—
4.	Нейтральная красная 0,1%.	—	Кольца стали грязно синими, центръ же окрасился въ ярко красный цвѣтъ.	Картина близкая къ рис. 5. Т. 1.	—

№ 4.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Нейтр. красная 0,1%. Живыя нити нагрѣты въ ней до начала кипѣнія.	—	Хорошо становятся видными яркоокрашенное „ядро“ тѣльца, не всегда правильной формы, и менѣе ярко окрашенная периферическая часть тѣльца, нѣсколько расплывшаяся, съ неправильными контурами.	Препаратъ напоминаетъ рис. 2. Т. II.	Эта реакція легко получается, поэтому ее можно употребить для перваго ознакомленія со строеніемъ метахроматиновыхъ тѣлецъ.

№ 5.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Абсолютный спиртъ.	—	—	—	Матеріалъ долго пролежалъ въ спиртѣ.
2.	Обсушить нити отъ спирта.	—	—	—	—
3.	Нейтр. красная 0,1%.	1 м.	Окрасились метахроматиновыя тѣльца.	—	—
4.	HCl 4%.	Подъ покровнымъ стекломъ.	Тѣльца расплылись, не образуя периферическихъ колецъ.	—	—
5.	Обмыть водой.		—	—	—
6.	Миллоновъ реактивъ.		Обезцвѣтили и растворили расплывшіяся тѣльца; никакого намека на образованіе кольцевыхъ тѣлъ не было.	—	—

№ 6.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Пары осміевои кислоты.	10 м.	—	—	—
2.	Нейтр. красная.	2 м.	Центръ метакхроматиновыхъ тѣлецъ окрасился въ яркочерный цвѣтъ; периферическій же слой метакхроматина окрасился весьма слабо.	Картина на поминать рис. 2, Т. II.	—
3.	HCl 10 ⁰ /о.	Подъ покровнымъ стеклышкомъ.	Ядро тѣльца моментально расширилось и обезцвѣтилось; такимъ образомъ, тѣльца превратились въ безцвѣтныя „кольцевыя тѣла“.	Какъ на рис. 3, Т. I.	Одинъ разъ промыть препаратъ и <i>тотчасъ</i> снова докрасить нейтральной красной.
4.	Нейтр. красная.		Окрасилось въ красный цвѣтъ ядро зерна; растянута же оболочка (кольцевое тѣло) осталась безцвѣтной.	—	При болѣе продолжительномъ дѣйствіи HCl 10 ⁰ /о, зерна растворяются.

№ 7.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Спиртъ.	—	—	—	—
2.	Миллоновъ реактивъ.	—	Хорошо образован. кольцевыя тѣла.	Т. I, рис. 3.	—
3.	Нейтральн. красная 0,1 ⁰ /о.	—	Центръ окрашивается очень интенсивно; периферія (кольцо) — слабо.	—	—

Продолженіе № 7.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
4.	Метиль фиолетовая 0,1 ⁰ /о.	—	Окрашиваются въ фиолетовый цвѣтъ кольца; центръ же остается краснымъ.	Подобно тому, какъ на табл. I, рис. 5.	При долгомъ дѣйствіи метиль фиолетовой, тѣльца закрашиваются такъ сильно, что его „ядро“ перестаетъ быть виднымъ.
5.	HCl 4 ⁰ /о.	—	Красное „ядро“ тѣльца разбухло, периферич. кольцо обезцвѣтилось.	—	

№ 8.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Спиртъ.	24 ч.	—	—	—
2.	HCl 1 ⁰ /о.	2 м.	—	—	—
3.	Метиль фиолет. или нейтр. красная.	—	Хорошее окрашивание метакхроматинов. тѣлецъ въ соотвѣтств. цвѣтъ.	—	При болѣе продолжительномъ дѣйствіи кислотъ на тѣльца, они не окрашиваются ни синькой, ни метиль фиолетовой.
4.	Миллоновъ реактивъ.	3, 4 и 5 подъ покровнымъ стекломъ.	Часть метакхром. тѣлецъ растворилась, часть превратилась въ кольцевыя тѣла, часть растворилась наполовину: остались безцвѣтныя блестящія комочки.	Какъ а на рис. 3, Табл. III.	
5.	Снова тѣ же краски, что и до миллонова реактива.		Периферическія кольца очень слабо окрасились, центръ же интенсивно. Въ нѣкоторыхъ комочкахъ (въ тѣльцахъ, не образовавшихъ кольцевыхъ тѣлъ) въ центрѣ окрасились только маленькія точки.	Какъ б на рис. 3. Табл. I.	—

№ 9.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Спиртъ.	—	—	—	—
2.	Нейтральн. красная 0,1%.	—	Метахроматинов. тѣльца окрасились болѣе интенсивно въ центрѣ.	—	—
3.	Миллоновъ реактивъ.	—	Получились безцвѣтныя кольцевыя тѣла.	Т. I, рис. 3.	Послѣ миллонова реактива центр тѣльца иногда сохраняетъ красноватый цвѣтъ.
4.	Нейтр. красная.	—	Закрасились только центры тѣлецъ, периферическія же кольца остались безцвѣтными.	—	—
5.	HCl 2%.	—	Объемъ тѣлецъ увеличился, вслѣдствіе разбуханія ихъ „ядра“, оставшагося краснымъ.	Какъ на Т. III, рис. 3.	—
6.	HCl 4%.	—	Крупныя тѣльца сразу вздулись, ихъ периферическій слой разорвался. Изъ него съ силой выбрызнуло красное содержимое. Периферическія кольца остались въ видѣ разорванныхъ плотныхъ оболочекъ.	Т. I, рис. 7.	Разорванныя оболочки тѣлецъ представляются на видъ твердыми, кожистыми, съ неровной линіей разрыва.
7.	HCl 10%.	—	Вылившееся красное содержимое тѣлецъ сначала обезцвѣтилось, превратившись въ блестящую опалесцирующую массу, которая довольно быстро растворилась.	—	—
8.	HCl 20%.	—	Мало-по-малу растворились разорванныя оболочки тѣлецъ (кольцевыя тѣла).	Т. I, рис. 4.	—

№ 10.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Спиртъ.	—	—	—	—
2.	Миллонов. реакт.	—	Кольцевыя тѣла.	Т. I, рис. 3.	—
3.	Вода.	—	Отмыть реактивъ.	—	—
4.	Нейтр. красная.	—	Окрасились только центры.	—	—
5.	HCl 4%.	—	Не дала эффекта разбуханія центрального вещества тѣльца.	—	—
6.	HCl 10%.	—	Началось раствореніе тѣлецъ, причемъ наблюдалось съеживаніе ихъ и деформация кольцевыхъ тѣлъ.	—	—
7.	Вода.	—	Приостановилось раствореніе тѣлецъ.	—	—
8.	Нейтральная красная.	—	Въ нѣкоторыхъ полурасстворенныхъ и съежившихся уже тѣльцахъ окрасились центры, какъ точки.	Какъ в. с. на рис. 4. Т. I.	Очевидно, крѣпкая соляная кислота вымываетъ изъ тѣльца его центральное вещество.
9.	HCl 4%.	—	Не произвела никакого эффекта.	—	—

№ 11.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Спиртъ.	—	—	—	—
2.	Миллоновъ реактивъ.	—	Кольцевыя тѣла.	—	Хотя подъ вліяніемъ HCl , центральное вещество разбухаетъ и разрываетъ периферическія слой и до окраски нейтральной красной, но, повидимому, эта краска ускоряетъ эту реакцію.
3.	Вода.	—	Отмыть реактивъ.	—	—
4.	HCl 4%.	—	Центральное вещество разбухло и отчасти выбрызнуло наружу.	рис. 7. Т. I.	—
5.	Нейтральн. красная.	—	Центральное вещество окрасилось въ красный, периферія (кольцевыя тѣла) въ розовый цвѣтъ.	—	—
6.	HCl 4%.	—	Большинство тѣлецъ разорвалось и красное содержимое ихъ вылилось.	—	—

№ 12.

Порядокъ.	Растворы и манипуляци.	Время.	Результатъ реакци.	Иллюстраци.	Примѣчаніе.
1.	Спиртъ.	—	—	—	—
2.	Подсуш. препаратъ.	—	—	—	—
3.	HCl 4%.	5 сек.	Только обмыть.	—	HCl , употребленная до краски, вызываетъ фіолетовый оттѣнокъ у периферического слоя тѣльца, при окраскѣ его нейтральной красной.
4.	Нейтральн. красная.	—	Периферическая часть тѣльца окрасилась въ фіолетово-розовый цвѣтъ, центральное же вещество въ ярко-красный.	Т. II, рис. 2.	—
5.	Вода.	—	—	—	—
6.	HCl 4%.	—	Периферическая часть тѣльца просвѣтлится и какъ будто исчезла, центральное же вещество не измѣнилось.	—	—
7.	Нейтральн. красная.	—	Периферическій слой тѣлецъ снова окрасился въ фіолетово-розовый цвѣтъ.	Т. II, рис. 2.	—
8.	Миллоновъ реактивъ.	—	Вызвалъ болѣе рѣзкое образованіе контуровъ периферического слоя тѣлецъ (кольцевыхъ тѣлъ), обезцвѣтилъ ихъ, но они не приобрѣли того плотнаго вида и зеленоватаго оттѣнка, какъ при дѣйствіи миллонова реактива на не обработанныя нити.	—	При болѣе длительномъ вліяніи миллонова реактива, сферы (кольцевыя тѣла) стали приобрѣтать по наружному краю изгрызенный видъ, явно растворяясь.
9.	Вода.	—	—	—	—
10.	Нейтральн. красная.	—	Снова и сферы, и центры метахром. тѣлецъ приняли выше указанную окраску.	—	—

Литература.

1. *Acton, Elizabeth*, „Observations on the Cytology of the Chroococcaceae“. (Annals of Botany. Vol. XXVIII, n° CXI, Juli 1914, pp. 433—454. With Plates XXXIII—XXXIV).
2. *Babes, J.*, „Ueber isoliert farbbare Anteile der Bakterien“. (Zeitschr. f. Hygiene. Bd. V. 1889).
3. *Babes, J.*, „Beobachtungen über die metachromatischen Körperchen, Sporenbildung, Verzweigung, Kolben- und Kapselbildung pathogener Bakterien“. (Zeitschr. f. Hygiene. Bd. XX, 1895).
4. *Beauverie, M. J.*, „Evolution de corpuscules métachromatiques des graines (globoides) pendant la germination“. (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. T. 143, 1906, II, p. 924—927).
5. *Beauverie, J. et Guilliermond*, „Note préliminaire sur les globoides et certaines granulations des graines, ressemblant par quelques-unes de leurs propriétés aux corpuscules métachromatiques“. (Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris. T. 142. 1906, p. 897—899).
6. *Bornet et Flahault*, „Revision des Nostocacées hétérocystées“. (Annal. des Sc. nat. bot. 1886. 7 série, T. 3).
7. *Borzi, A.*, „Le comunicazioni intracellulari delle Nostochinee“. (Malpighia. Vol. 1. 1887, p. 75—83; 97—108; 145—197).
8. *Borzi, A.*, „Note alla morfologia e biologia delle alghi ficocromacee“. (Estratto dal Nuovo Giornale Botanico Italiano. Vol. X).
9. *Brand, F.*, „Morphologisch-physiologische Betrachtungen über Cyanophyceen“. (Uhlworm's Beihefte z. B. Zentrbl. 1903, B. 15, p. 31—64).
10. *Brand, F.*, „Über Spaltkörper und Konkavzellen der Cyanophyceen“. (Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1905. B. 23, p. 62—69).
11. *Brown, W. H.*, „Cell Division in Lyngbya“. (Bot. Gaz. Vol. 51, 1911).
12. *Busgen, M.*, „Culturversuche mit Cladotrix dichotoma“. (Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1894. Bd. 12 H. 6).
13. *Bütschli, O.*, „Ueber den Bau der Bakterien und verwandter Organismen“. Leipzig. 1890.
14. *Bütschli, O.*, „Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien“. Leipzig. 1896.
15. *Bütschli, O.*, „Notiz über Teilungszustände des Zentralkörpers bei einer Nostocacee etc.“ (Verhandl. d. naturh. med. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. VI, 1898—1901).
16. *Bütschli, O.*, „Bemerkungen über Cyanophyceen und Bakterien“. (Archiv f. Protistenkunde. Bd. I. H. 1. 1902).
17. *Chodat*, „Contenue cellulaire des Cyanophycées“. (Arch. des Scienc. phys. et math. Genève 1894, 3 ser., T. XXXII).

18. *Chodat et Goldflus*, „Note sur la culture des Cyanophycées“. (Bull. de l'Herbier Boissier T. V. 1897).
19. *Chodat et Malinesco*, „La structure cellulaire des Cyanophycées“. (Archiv. des Scienc. phys. et math. Genève 1893. 3 sér. T. XXIX).
20. *Cohn*, „Beiträge zur Physiologie der Phykochromaceen“. (Archiv für mikr. Anat. Bd. III. 1867).
21. *Dangeard*, „Les noyaux d'une Cyanophycée“. (Le botaniste. Serie III. 1892).
22. *Даниловъ А. Н.*, „Адсорбція фикоциана протеиновыми кристаллами“ (съ 1 рис. въ текстѣ). (Извѣстія Имп. Бот. Сада Петра Великаго T. XV, 1915, № 5—6. Стр. 55).
23. *Deinaga, Val.*, „Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnis über den Zellinhalt der Phykochromaceen“. (Bull. Soc. Impér. des Nat. de Moscou T. V. 1891).
24. *Ernst, P.*, „Über Kern- und Sporenbildung bei Bakterien“. (Zeitschr. f. Hygiene. Bd. V, 1889).
25. *Errera*, „L'épithème des ascomycètes et le glycogène des végétaux“. Bruxelles. 1882.
26. *Errera*, „Sur le glycogène chez les Basidiomycetes“. (Extr. des Mémoires de l'Acad. royale de Belgique T. XXXVII, 1885).
27. *Fischer, A.*, „Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien“ Jena. 1897.
28. *Fischer, A.*, „Beiträge zur Kenntnis der Nostochaceen“. Diss. Bern. 1853.
29. *Fischer, A.*, „Die Zelle der Cyanophyceen“. (Bot. Zeitung. 1905. Abt. I. p. 51—130. Taf. IV und V).
30. *Fresenius*, „Ueber den Bau und d. Leben der Oscillarien“. (Museum Senckenbergianum. Bd. III. 1845).
31. *Fritsch*, „Studies on Cyanophyceae“ I and III. (The New Phytologist. Vol. III, 1904. № 4; № 9—10).
32. *Fritsch*, „Studies on Cyanophyceae“. (Beiheft. zum Botan. Centralblatt. Bd. 18, 1 Abt., 1905).
33. *Gardner*, „Cytological Studies in Cyanophyceae“. (University of California publications, Botany. Vol. 2 1906).
34. *Gomont, M.*, „Monographie des Oscillariées“. (Annales d. Sciences nat. Botanique, 7-e série Vol. 15. 1892).
35. *Gomont, M.*, „Recherches sur les enveloppes cellulaires des Nostocacées“. (Bull. de la Soc. bot. de France. T. XXXV, 1888).
36. *Guilliermond, A.*, „L'appareil chromidial des Cyanophycées et sa division“. (Paris. C. R. Soc. biol. 59, 1905, p. 639—641).
37. *Guilliermond, A.*, „Sur les grains de sécrétion des Cyanophycées“. (Paris. C. R. Soc. biol. 59, 1905, p. 641—642).
38. *Guilliermond, A.*, „L'étude cytologique des Cyanophycées“. (Paris. C. R. Acad. Sci. 141. 1905, p. 427—429).

39. *Guilliermond, A.*, „Contribution à l'étude cytologique des Cyanophycées“. (Révue générale de Botanique. T. 18. 1906).
40. *Guilliermond, A.*, „Les Progrès de la cytologie des Champignons“. (Progressus Rei Botanicae. B. IV. 1911—1913, p. 389).
41. *Guilliermond, A.*, „Sur le rôle du chondriome dans l'élaboration des produits de réserve des Champignons“. (C. R. de l'Académie de Sciences. Paris. 1913).
42. *Guilliermond, A.*, „Sur la participation du chondriome des champignons dans l'élaboration des corpuscules métachromatiques“. (Anat. Anzeiger. 1913).
43. *Guilliermond, A.*, „État actuel de la question de l'évolution et du rôle physiologique des mitochondries, d'après les travaux récents de cytologie végétale“. (Révue générale de Botanique. 1914, № 304 et 305, pp. 129—149; 182—204).
44. *Hansgirg, A.*, „Ein Beitrag zur Kenntnis von der Verbreitung der Chromatophoren und Zellkerne bei den Phykochromaceen“ (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. III. 1885. H. 1).
45. *Hegler, R.*, „Untersuchungen über die Organisation der Phykochromaceenzelle“. (Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 36. 1891).
46. *Hieronymus, G.*, „Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen“, mit Tafel XVII u. XVIII. (Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pflanz. p. 461—495. Bd. V. 1892).
47. *Hieronymus, G.*, „Ueber die Organisation der Phykochromaceenzellen. Herrn Prof. Dr. E. Zacharias zur Erwiderung“. (Bot. Ztg. 1893. Abt. 1).
48. *Hyam, E.*, „Notes on Oscillaria prolifica“. (Technological quarterly and Proc. of the Soc. of arts. Boston Mass. 1914, 14, 15, 17).
49. *Kimflin, G.*, „Remarque sur la forme attribuée aux corpuscules métachromatiques“. (Paris. C. R. ass. franç. Sci. 35. Lyon 1906 1-re partie).
50. *Kohl, F. G.*, „Ueber die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kernes“ mit 10 litographisch. Tafeln. Jena 1903.
51. *Kolkwitz, R.*, „Ueber die Krümmungen und den Membranbau bei einigen Spaltalgen“. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 15. 1897).
52. *Krompecher, K.*, „Untersuchungen über das Vorkommen metachromatischer Körnchen bei sporentragenden Bakterien und Beiträge zur Kenntnis der Babes-Ernstschen Körperchen“. (Centralbl. f. Bakt. Bd. XXX. 1901).
53. *Künstler, I. et Busquet, P.*, „Recherches sur les grains rouges“. (C. R. Ac. Sc. Paris. Dec. 1897.).
54. *Lagerheim, E.*, „Ein neues Beispiel des Vorkommens von Chromatophoren bei den Phykochromaceen“. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. II. 1884).
55. *Macallum, A. B.*, „On the cytology of nonnucleated organisms“. (Trans. of the Canadian Inst. Vol. VI, 1899, p. 439).

56. *Marx, A.*, „Untersuchungen über die Zelle der Oscillarien“. Erlanger. Diss. 1892.
57. *Massart, J.*, „Sur le protoplasme des Schizophytes“. (Mémoires couronnés et autres mem. p. p. Acad. R. de Belgique T. 61. Bruxelles. 1901).
58. *Meyer, A.*, „Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins“. (Bot. Zeitung 1904. Abt. I, pp. 113—152. Taf. V).
59. *Michaelis, E.*, „Das Methylenblau und seine Zersetzungs-Produkte“. (Centralbl. f. Bact. I. Abt. Bd. 29. 1901).
60. *Molisch, H.*, „Ueber merkwürdig geformte Proteinkörper in den Zweigen von Epiphyllum“. (Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 1885).
61. *Moreau, F.*, „Sur la formation de corpuscules métachromatiques dans les mitochondries granuleuses“. (C. R. Hebd. des seanc. d. l. Société de Biologie. T. LXXVII. 1914. № 25, p. 357. Paris).
62. *Надсонъ, Г.*, „О строеніи протопласта циановыхъ водорослей“. (Ботаническія Записки. Т. IV. 1893—1895).
- 62 а. *Надсонъ, Г. А. и Брюллова, Л. П.*, „Ядра и метакроматическія зерна у Vaucheria“. (Извѣст. Импер. Ботан. Сада. Т. VIII, 1908, стр. 159—164).
63. *Noll, F.*, „Die geformten Proteine im Zellsaft von Derbesia“. (Ber. d. Deutsch. Bot. Geschellsch. Bd. 17. 1899. H. 7).
64. *Olive, E. W.*, „Mitotic division of the nuclei of the Cyanophyceae“. With plates I—II. (Uhlworm's Beihefte z. Bot. Centrbl. 1905. B. 18. Abt. 1, p. 9).
65. *Palla, H.*, „Beitrag zur Kenntnis des Baues des Cyanophyceen-Protoplastes“. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 25. 1893).
66. *Pavillard, J.*, „État actuel de la Protistologie végétale“. (Lotsy Progress. Rei Botanicae 1909—10. T. III, p. 491—496).
67. *Philipps, W.*, „A comparative Study of the cytology and movements of the Cyanophyceae“. (Contributions from the botanical Laboratory of the University of Pennsylvania. Vol. II. № 3).
68. *Pringsheim, E. G.*, „Zur Physiologie der Schizophyceen“. (Cohn's Beiträge z. Biol. d. Pflanz. XII p. 1—48, 49—108. 1913).
69. *Рейнгардъ, Л.*, „Альгологическія изслѣдованія I. Матеріалы для морфологии и систематики водорослей Чернаго моря“. (Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. IX. Вып. II. 1885).
70. *Schmidt, E. W.*, „Pflanzliche Mitochondrien“. (Progressus Rei Botanicae. B. IV. H. 2. 1911—1913, p. 163).
71. *Schmitz, G.*, „Untersuchungen über den Zellkern der Thalophyten“. (Sitzungsber. der niederr. Ges. Bonn. 1879).
72. *Schmitz, G.*, „Die Schizophyten oder Spaltpflanzen“. (Leopoldina 19. 1883. № 11—14).
73. *Scott, E.*, „On nuclei in Oscillaria and Tolypothrix“. (Journ. of Linnean Society. Botany. Bd. 24. 1888).

74. *Spratt, E.*, „Some observations on the Life-history of *Anabaena cycadeae*“. (Ann. of Bot. XXV. p. 369—380 pl. 32. 1911).
75. *Stiebel*, „Ueber den Bau und das Leben der grünen Oscillarien“. Museum Senckenbergianum. Bd. III. 1845).
76. *Stockmayer*. „Ueber Spaltalgen“. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 12. 1894).
77. *Tangl*, „Zur Morphologie der Cyanophyceen“. (Denkschr. d. math. naturw. Kl. d. K. K. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. 48. 1883).
78. *Thuret*, „Note sur le mode de reproduction du *Nostoc verrucosum*“. (Ann. Sc. nat. III. Ser. T. II. 1844).
79. *Wager, H.*, „The cell structure of the Cyanophyceae“. Preliminary paper. (Proceed. Royal Soc. Vol. 72. 1903, p. 401—408).
80. *Wille, N.*, „Ueber die Zellkerne und die Poren der Wände bei den Phycochromaceen“. (Ber. d. D. Bot. Gesellsch. B. I. 1883. p. 243—246).
81. *Воронихинъ, Н.*, „Къ характеристикѣ метахроматическихъ тѣлецъ грибной клетки“. (Ботаническія Записки. Вып. XXVI—XXVII. 1908—1909. СИБ. Стр. 1—30, съ 1 табл.).
82. *Zacharias, E.*, „Ueber die Zellen der Cyanophyceen“. (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 7 Jahrg. 1889).
83. *Zacharias, E.*, „Ueber die Zellen der Cyanophyceen“. (Bot. Ztng. 1890, p. 18—70).
84. *Zacharias, E.*, „Besprechung von Bütschli“. I. (Bot. Ztg. 1890).
85. *Zacharias, E.*, „Über Valerian Deinegas Schrift: „Der gegenwärtige etc.“ (Bot. Ztg. 1891).
86. *Zacharias, E.*, „Ueber die neuere Cyanophyceen-Literatur“. (Bot. Ztg. 1907 Abt. II. p. 266—287).
87. *Zacharias, E.*, „Ueber die Cyanophyceen“, mit 1 Tafel. (Beiheft z. Jahrb. d. hamburgisch. Wissensch. Anstalten. XXI, 1903. p. 49—89).
88. *Zacharias, E.*, „Über die Cyanophyceen“, mit 1 Tafel. (Bot. Staatsinstitut. in Hamburg. 1904).
89. *Zacharias, E.*, „Über die Cyanophyceen“. Hamburg. 1900.
90. *Zopf, W.*, „Morphologie der Spaltpflanzen“. Leipzig. 1882.
91. *Zukal, H.*, „Über den Zellinhalt der Schizophyten“. (Berichte d. D. Bot. Gesellsch. B. 10. 1892, p. 51—55).
92. *Zukal, H.*, „Über den Zellinhalt der Schizophyten“. (Sitzungsber. der K. Akademie d. Wissensch. Wien. Bd. 110 H. III u. IV, p. 301—327).
93. *Zukal, H.*, „Zur Frage über den Zellinhalt der Cyanophyceen“. (Bericht d. D. Bot. Gesellsch. B. 12, 1894, p. 49—52).
94. *Zukal, H.*, „Neue Beobachtungen über einige Cyanophyceen“, mit Tafel. (Bericht. d. D. Bot. Gesellsch. B. XIX. p. 256—266. 1894).
95. *Zukal, H.*, „Beiträge zur Kenntnis der Cyanophyceen“. (Oest. bot. Zeitschr. 1894).

Объясненіе къ таблицамъ.

Всѣ фигуры изображены въ одномъ масштабѣ и представляютъ увеличенныя около 4 разъ копіи съ рисунковъ, вычерченныхъ съ помощью рисовальной камеры, при увеличеніи въ 490 разъ.

Таблица I.

- Рис. 1. Общій видъ живой нити *Synplocos muscorum*, перегруженной включеніями. Кристаллы нѣсколько схематизированы.
- Рис. 2. Нить, изображенная на рис. 1, послѣ обработки ея синькой, подкисленной H_2SO_4 : *a* — кристаллы конечныхъ клетокъ; *e* — кубъ протеинового кристалла; *d* — ціанофициновыя зерна; окрасившіяся синькой включенія суть метахроматиновыя тѣльца; изъ нихъ *b* лежитъ очень близко къ оболочкѣ клетки, *c* — прилегаетъ къ ея поперечной перегородкѣ; тѣмъ не менѣе оба эти тѣльца лежатъ въ центральномъ тѣлѣ.
- Рис. 3. Фиксированная спиртомъ нить *Synplocos muscorum*, послѣ обработки ея миллионымъ реактивомъ. Метахроматиновыя тѣльца приняли видъ плотныхъ колецъ („Ringkörper“ нѣмецкихъ авторовъ), *a* и *c* — метахроматиновыя тѣльца, у которыхъ центральное вещество сдвинуто къ краю; *b* — изображаетъ тѣльца съ очень небольшимъ количествомъ центрального вещества. Безцвѣтные на рисункѣ просвѣты колецъ (resp. центральное вещество тѣлецъ) легко окрашиваются нейтральной красной.
- Рис. 4. Результатъ растворенія въ 4—20% соляной кислотѣ кольцевыхъ тѣлецъ, изображенныхъ на рис. 3; *a* — обрывки разорвавшихся метахроматиновыхъ „оболочекъ“ тѣлецъ (resp. кольцевыхъ тѣлецъ); *b* — тѣльце съ небольшимъ количествомъ центрального вещества; это тѣльце постепенно уменьшается, растворяясь равномерно; *c* — растворяющееся метахроматиновое тѣльце, въ которомъ исчезло центральное вещество.
- Рис. 5. Нить *Synplocos muscorum*, фиксированная спиртомъ, обмытая въ 0,25% соляной кислотѣ и окрашенная сначала нейтральной красной, а затѣмъ метиль-фіолетомъ; *a* — метахроматиновыя тѣльца, имѣющія эллипсоидную форму и апцентрическое положеніе центрального вещества.
- Рис. 6. Результатъ обработки препарата, изображенного на рис. 5, соляной кислотой 4%—20%. Раствореніе шло сверху: сначала растворился поверхностный слой, окрашенный метиль-фіолетомъ, а затѣмъ стало растворяться и ядро, окрашенное нейтральной красной.

Рис. 7. Нить *Symploca muscorum*, обработанная миллионовым реактивомъ (см. рис. 3), окрашенная нейтральной красной (все зерна имѣли видъ зерна *a*) и затѣмъ подвергнутая дѣйствию HCl 4%; окрашенное содержимое выбрызнуло изъ разорвашагося метахроматинового слоя; *b* — выбрызнувшее содержимое метахроматинового тѣльца; *c* — периферическій метахроматиновый слой (см. реакции № 9 и № 11, стр. 86 и 88).

Таблица II.

Рис. 1. Нить *Symploca muscorum*, фиксированная спиртомъ, окрашенная нейтральной красной и подвергнутая дѣйствию соляной кислоты (см. реакцию № 5, стр. 83); метахроматиновые тѣльца расплылись въ капли, причемъ кольцевыхъ тѣлъ не образовалось.

Рис. 2. Нить *Symploca muscorum*, обмытая 1% соляной кислотой и затѣмъ выкрашенная нейтральной красной: метахроматиновые тѣльца имѣютъ темноокрашенное „ядро“ съ рѣзко-очерченными краями и нѣсколько расплывшійся, слабо окрашенный, периферическій слой. Приблизительно такая же картина получается, при нагреваніи водоросли въ нейтральной красной, но въ этомъ случаѣ „ядро“ тѣльца имѣетъ болѣе угловатую форму, а периферическій слой болѣе расплывается и характеризуется рѣзко-очерченнымъ, неправильнымъ угловатымъ контуромъ.

Рис. 3. Нить *Symploca*, фиксированная спиртомъ, обработана танниномъ, двухромовокислымъ калиемъ, метиленовой синькой и, наконецъ, 0,1% соляной кислотой. Центральное вещество метахроматиновыхъ тѣлецъ имѣло видъ безцвѣтныхъ зеренъ; метахроматиновый слой, окрашенный синькой, вымывается кислотой, образуя характерные потеки — *b*; *a* — метахроматиновое тѣльце съ метахроматиномъ, лежащимъ съ одной только стороны отъ центрального вещества; *c* — метахроматиновое тѣльце съ центральнымъ положеніемъ „ядра“; метахроматинъ еще не успѣлъ раствориться.

Рис. 4. Нить *Symploca muscorum*, окрашенная эозиномъ; *a* — кристаллы конечныхъ клітокъ; *b* — кубы протеиновыхъ кристалловъ; *c* — ціанофициновые зерна, оставшіяся безцвѣтными.

Рис. 5. Живая нить *Symploca muscorum*, накопившая большое количество метахроматиновыхъ тѣлецъ и окрашенная метиленовой синькой, подкисленной H_2SO_4 (см. стр. 60); *a* — примѣръ метахроматиновыхъ тѣлецъ, лежащихъ близко къ периферіи клітки, но несомнѣнно они не выходятъ изъ области центрального тѣла.

Рис. 6. Нить *Symploca muscorum*, окрашенная метиленовой синькой съ H_2SO_4 и затѣмъ кислымъ фуксиномъ. Метахроматиновые тѣльца окрашены синькой; ціанофициновые зерна окрасились фуксиномъ, при чемъ въ нѣкоторыхъ кліткахъ замѣчается правильное расположеніе зеренъ: во 1) параллельно поперечнымъ перегородкамъ и во 2) концентрическими или волнистыми рядами.

Рис. 7. Схема поперечнаго разрѣза нити *Symploca muscorum* съ отмѣченными минеральными кристаллами.

Рис. 8. Та же схема поперечнаго разрѣза съ метахроматиновыми тѣльцами.

Рис. 9. Та же схема поперечнаго разрѣза съ ціанофициновыми зернами.

Рис. 10. Та же схема поперечнаго разрѣза съ псевдомитотическими образованиями внутри центрального тѣла.

Рис. 11. Разныя формы минеральныхъ кристалловъ, наблюдающихся въ кліткахъ *Symploca muscorum*.

Таблица III.

Рис. 1. Нить *Scytonema javanicum*, показывающая характеръ и расположеніе метахроматиновыхъ тѣлецъ въ молодыхъ и въ старыхъ кліткахъ, окрашена метиленовой синькой, подкисленной H_2SO_4 (см. стр. 60). Конечныя клітки нити не имѣютъ вовсе метахроматиновыхъ тѣлецъ, центральное тѣло хорошо выражено. Начиная съ клітки *a*, — метахроматиновые тѣльца появляются въ видѣ мелкихъ точекъ и, съ возрастомъ клітки, дѣлаются все крупнѣе; начиная съ клітки *b*, — центральное тѣло распадается на участки и затѣмъ вовсе не обнаруживается синькой; *c* — клітки съ однимъ метахроматиновымъ тѣльцемъ.

Рис. 2. Растущій гормогоній *Scytonema javanicum*, окрашенный метиленовой синькой съ сѣрной кислотой. На концахъ гормогонія большое число клітокъ, одна изъ которыхъ, обозначенная буквой *a*, имѣетъ хорошо выраженное центральное тѣло, лишенное метахроматиновыхъ тѣлецъ; *b* — клітка съ однимъ метахроматиновымъ тѣльцемъ; *c* — нѣсколько необычная клітка съ хорошо выраженнымъ въ срединѣ центральнымъ тѣломъ, лишеннымъ метахроматиновыхъ тѣлецъ; можетъ быть эта клітка представляетъ начальную стадію развитія гетероцисты; *d* — клітка съ распавшимся на части центральнымъ тѣломъ.

Рис. 3. Старая нить *Scytonema javanicum*, клітки которой переполнены метахроматиновыми тѣльцами. Это единственный примѣръ, когда нами наблюдалось присутствіе метахроматиновыхъ тѣлецъ въ гетероцистѣ — *b*. Нить обработана миллионовымъ

реактивомъ и окрашена нейтральной красной; *a* — примѣръ тѣльца, не имѣющаго центрального вещества; *c* — примѣръ тѣльца съ небольшимъ количествомъ центрального вещества.

Рис. 4. Нить *Nostoc punctiforme*, окрашенная синькой съ H_2SO_4 (стр. 60); *a* — вегетативныя кѣлки съ хорошо образованнымъ центральнымъ тѣломъ, обладающимъ однимъ метахроматиновымъ тѣльцемъ; *b* — взрослая спора, переполненная цѣнофициновыми зернами; какъ въ молодыхъ, такъ и во взрослыхъ спорахъ метахроматиновыя тѣльца отсутствуютъ; *c* — вегетативная кѣлка съ двумя метахроматиновыми тѣльцами; *d* — вегетативная кѣлка съ центральнымъ тѣломъ, лишеннымъ метахроматиновыхъ тѣлецъ; *h* — гетероциста; содержимое гетероцисты окрашивается синькой такъ же, какъ центральное тѣло вегетативныхъ кѣлокъ.

Рис. 5. Споры *Nostoc punctiforme*, переполненныя цѣнофициновыми зернами.

Рис. 6. Нить *Nostoc punctiforme*, показывающая постепенный переходъ отъ вегетативныхъ кѣлокъ на концахъ къ спорамъ по срединѣ нити; *a* — кѣлка съ центральнымъ тѣломъ и метахроматиновымъ тѣльцемъ; *b* — такая же кѣлка съ двумя метахроматиновыми тѣльцами; *c* — взрослая спора съ цѣнофициновыми зернами; *d* — кѣлка, аналогичная кѣлкѣ *a* въ этой же нити; *e* — двѣ кѣлки на концѣ нити съ хорошо выраженнымъ центральнымъ тѣломъ, но безъ метахроматиновыхъ тѣлецъ; такихъ кѣлокъ на концѣ нити встрѣчается иногда до 6 штукъ.

Рис. 7. Поперечный разрѣзъ нити *Scytonema javanicum*; соответствуетъ нити, изображенной на рис. третьемъ.

Рис. 8. Гонидии изъ лишайника *Peltigera spuria*, окрашенные метиленовой синькой съ сѣрной кислотой. Синія образованія представляютъ метахроматиновыя тѣльца; неокрашенные относятся къ цѣнофициновымъ зернамъ.

Рис. 9. То же, что на рисункѣ 8.

Рис. 10. То же, что на рисункѣ 8 и 9, но въ этихъ кѣлкахъ центральное тѣло изобилуетъ мелкими метахроматиновыми тѣльцами, цѣнофициновыя же зерна въ нихъ отсутствуютъ.

Рис. 11. *Phormidium valderianum* окрашенный метиленовой синькой съ сѣрной кислотой (см. стр. 60); рисунокъ показываетъ характеръ распредѣленія метахроматиновыхъ тѣлецъ въ нити.

A. A. Elenkin et A. N. Danilov.

Recherches cytologiques sur les cristaux et les grains de sécrétion dans les cellules de *Symploca muscorum* (Ag.) Gom. et quelques autres Cyanophycées.

Avec 3 planches colorées.

(Résumé).

Les auteurs ont étudiés les cristaux et les grains de sécrétion dans les cellules de quelques Cyanophycées notamment de *Symploca muscorum* (Ag.) Gom., *Scytonema javanicum* (Kütz.) Born., *Anabaena variabilis* Kütz., *Phormidium valderianum* (Delp.) Gom. et *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot. Cette dernière espèce était étudiée en forme d'algue libre et en forme de gonidies dans le thalle de *Peltigera canina* et *P. spuria*.

Les auteurs ont constaté dans la couche périphérique du cytoplasme des grains de cyanophycine, des cristaux minéraux et deux sortes de cristaux protéiques, et dans le corps central des corpuscules métachromatiques.

Les grains de cyanophycine ne sont répartis que dans le cytoplasme cortical (voir pl. I fig. 2 d; pl. II fig. 4, 6; pl. III fig. 4, 5, 6, 8); leur forme est souvent irrégulière, mais ils n'ont jamais l'habitus de vrais cristaux ou cristalloïdes.

Les cristaux minéraux (voir pl. I fig. 1; pl. II fig. 11) doivent être considérés d'après les réactions microchimiques comme des cristaux de gypse. Ils s'accumulent seulement dans les cellules vivantes et n'apparaissent que dans certaines conditions qui dépendent surtout du milieu nutritif.

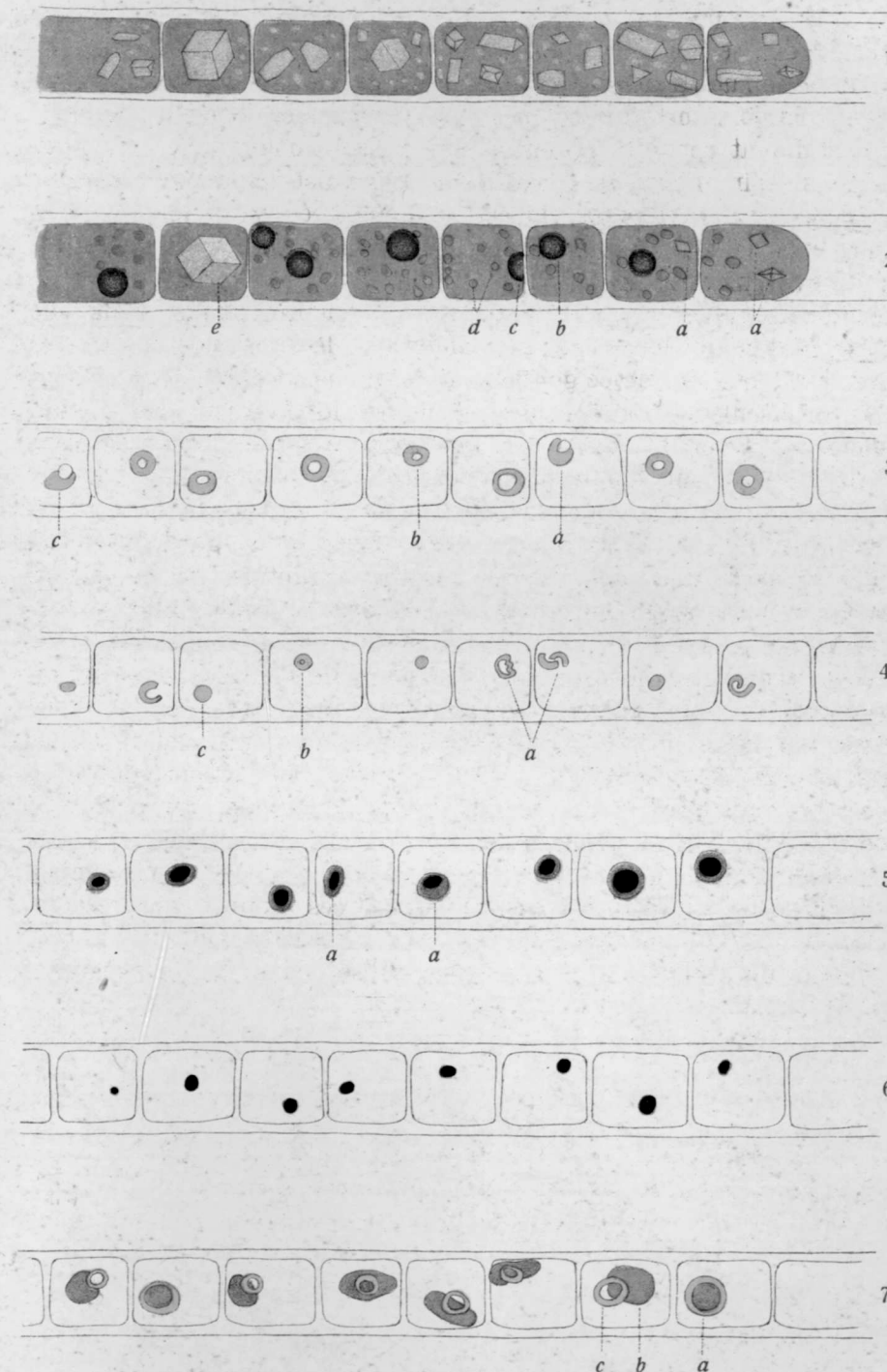
Les auteurs ont constatés deux sortes de cristaux protéiques. Les uns (voir pl. II fig. 46) sont identiques aux cristaux, décrits par M-r *Hieronymus* qui les a rapporté d'une manière erronée aux grains de cyanophycine. Les autres ne se trouvent que dans les deux ou trois cellules extrêmes des filaments de *Symploca*; ils sont caractérisés par la coloration rouge qu'ils prennent sous l'action de l'éosine et par leur résistance aux acides forts. Les auteurs les désignent sous le nom de „cristaux des cellules extrêmes“ (voir pl. I fig. 2 a; pl. II fig. 4 a).

Les corpuscules métachromatiques, „Volutinkörper“ des auteurs allemands, se forment toujours dans le corps central de cellules adultes et jamais dans les jeunes (voir pl. III fig. 1, 2, 4, 6). Quand la cellule se transforme en spore, les corpuscules métachromatiques disparaissent peu à peu; on ne les trouve jamais dans les spores adultes (voir pl. III fig. 4, 5, 6). On peut distinguer dans les gros corpuscules l'enveloppe périphérique, constituée par la métachromatine, et la substance centrale qui diffère nettement de la métachromatine (voir pl. I fig. 3, 5; pl. II fig. 2, 3; pl. III fig. 3, 7). Le réactif de Millon solidifie l'enveloppe métachromatique, mais elle reste néanmoins bien élastique tandis que la substance centrale se gonfle. Par suite de ce gonflement l'enveloppe s'étend et on obtient les corpuscules connus sous le nom de „Ringkörper“ des auteurs allemands (voir pl. I fig. 3, 5). Les teintures et les acides agissent différemment sur les deux substances du corpuscule. L'action d'acide chlorhydrique sur les corpuscules, solidifiés par le réactif de Millon et colorés par le rouge neutre, provoque le gonflement démesuré de la substance centrale jusqu'à la rupture de l'enveloppe métachromatique; dans ce cas la substance centrale jaillie en dehors (voir pl. I fig. 7) pour être dissoute, si la concentration de l'acide est suffisamment forte. Les débris de l'enveloppe métachromatique (voir pl. I fig. 4a) se dissolvent aussi dans l'acide. Pour expliquer cette double nature des corpuscules métachromatiques les auteurs proposent l'hypothèse suivante: les corpuscules sont destinés dans certains moments du développement de la cellule pour isoler certains produits de réserve qui s'accumulent à leur intérieur; dans d'autres moments de la vie cellulaire, par exemple, quand la cellule se transforme en spore, ces produits de réserve, c'est à dire la substance centrale ainsi que l'enveloppe métachromatique du corpuscule, peuvent être utilisés dans le processus vital de la cellule.

Пропускъ!

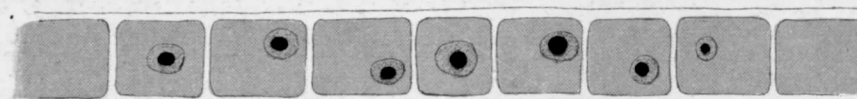
Въ указателѣ литературы къ нашей работѣ на стр. 94 случайно пропущена работа *Н. Н. Воронихина*, „Къ характеристикѣ метахроматическихъ тѣлецъ въ клѣткахъ нѣкоторыхъ зеленыхъ водорослей и конъюгатъ“. (Ботаническія Записки. Вып. XXVI. 1908—1909. СПБ. Стр. 71—83.)

Типографія К. Маттисена, Юрьевъ, Лифл. губ.





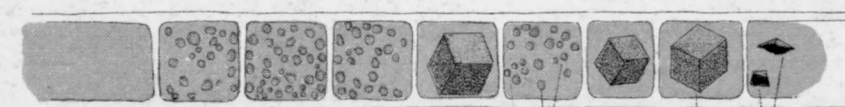
1



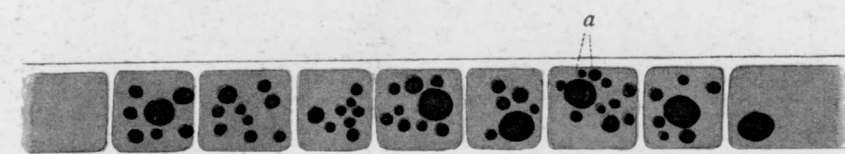
2



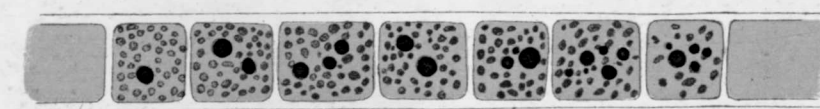
3



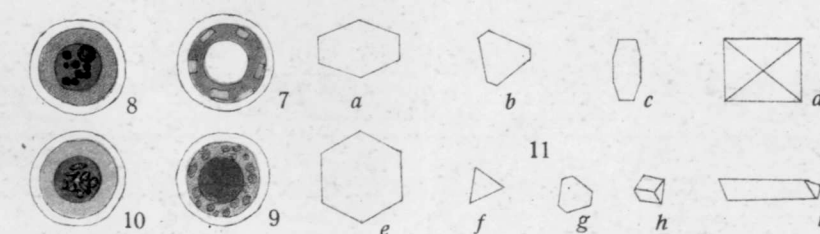
4

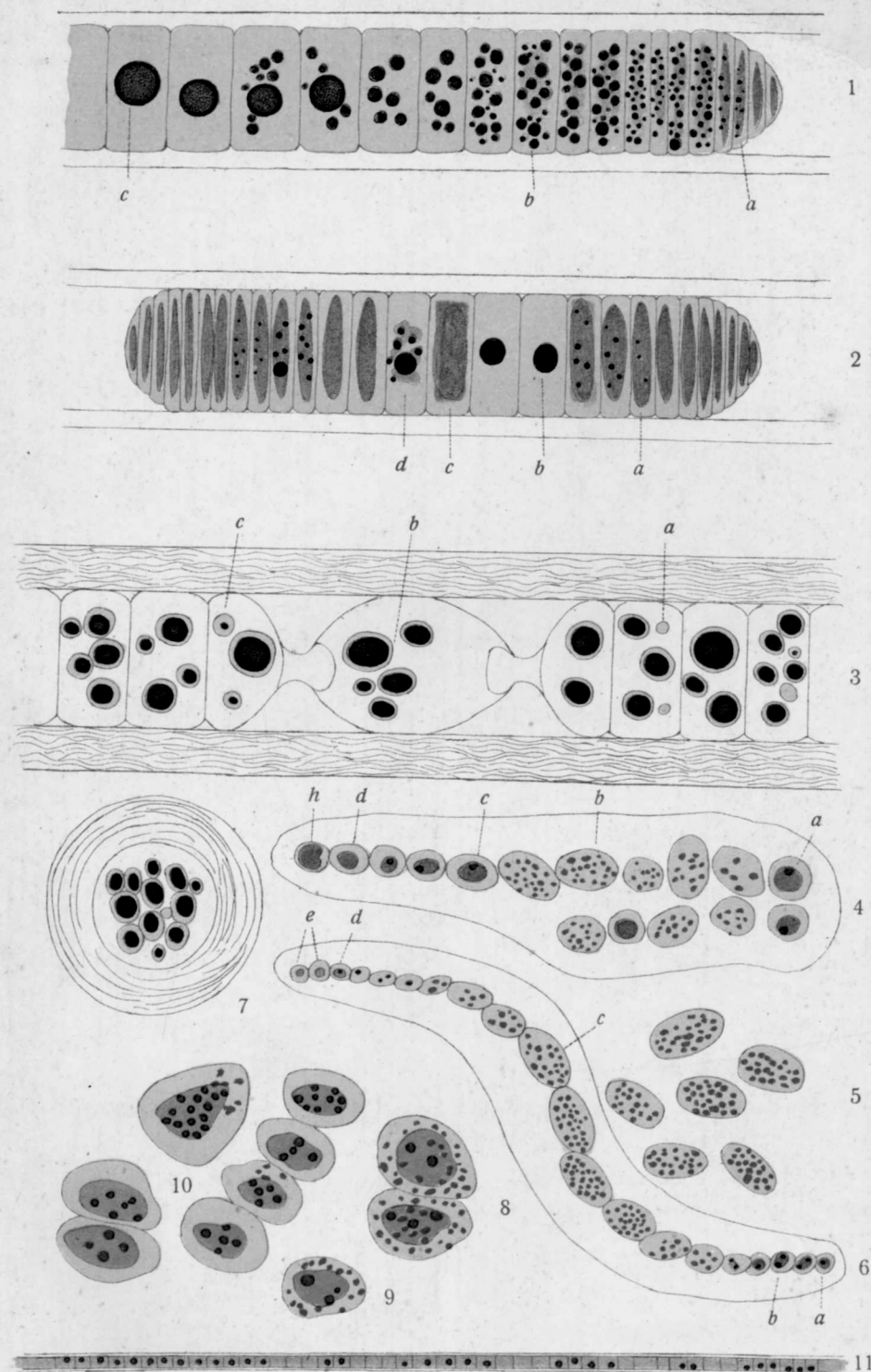


5



6





Карело-Финская База
Академии Наук СССР
БИБЛИОТЕКА